



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Medicina Veterinaria
Escuela Académico Profesional de Medicina Veterinaria

**Determinación de finura de fibra de alpaca asociado a
la relación folículo secundario/folículo primario (S/P)
entre las razas Suri y Huacaya**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Médico Veterinario

AUTOR

Elmer BADAJOZ LAVA

Lima, Perú

2007



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Badajoz E. Determinación de finura de fibra de alpaca asociado a la relación folículo secundario/folículo primario (S/P) entre las razas Suri y Huacaya [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Veterinaria, Escuela Académico Profesional de Medicina Veterinaria; 2007.

Dedicatoria

A mis padres Alejandro y Bertha que con su ejemplo forjaron en mí el deseo por la superación personal y espiritual llevándome a poder servir mejor .

A mis maestros que aunque no estén conmigo siempre vive en mí sus consejos y enseñanzas.

Para mis tíos Gabriel y Esteban y abuelo Modesto que me dejaron durante el desarrollo de este trabajo.

A toda mi familia , mi hermano(a)s Alejandro, Eglia, Ieda, Lali , Tíos, primos en especial a Pablito quienes soportaron con paciencia los años de ausencia , fruto de la pasión por desarrollar mi carrera.

AGRADECIMIENTOS

A la **Dra Nieves Sandoval**, por su gran apoyo paciencia, disposición incondicional y por la confianza puesta en mi persona.

A la **Dra Rosita Perales** por su apoyo e invaluable amistad profunda.

Al **Dr. Alfonso Chavera** , maestro y consejero por su invaluable amistad profunda.

Al Dr. Cesar Montalvo por su gran disposición para la enseñanza.

Al Dr. Cesar Gavidia por sus palabras de aliento y valiosa colaboración.

Al Dr. Néstor Falcón por sus sabios consejos

Al personal del Ivita la Raya en la persona de los Drs. Wilber García, Danilo Pezo, Ings. Francisco Franco y Juan Olazábal y trabajadores por su valiosa colaboración.

A la familia Pagan Gutiérrez en la persona de las hermanas Ofelia, Elvira y Zulema por su ayuda incondicional y constante preocupación.

A la Dra Amapola Mendoza Bravo un alma noble que Dios puso en mi camino

A todo el personal del laboratorio de Histopatología en especial a la Sra normita.

A la Sra Lucy Chacón, Sr Vicente, Lic. Chauca, Srta Miluska y todo el personal de la biblioteca por su noble apoyo y valiosísima colaboración.

A mis mejores amigos

Narda , Daniel Mendoza, Mario Soto, Raúl Flores, Huguito, Luchin, Otto Zea, Gino, Ignacio, Cesar Palacios, Alvaro, Henry, Nelson, Lili, Vanesa, Rosa En especial a Silvia y Rafito Guillen por estar siempre cerca

A Joel Pacheco Curie amigo del altiplano

A mis amigos de junior Andrés, Julio, Nelci, Charo y Meche quienes me brindaron su amistad en todo momento durante el desarrollo de mi carrera.

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
RESUMEN	viii
SUMARY	ix
LISTA DE CUADROS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PIEL	3
2.2. ESTRUCTURA DE LA PIEL	3
2.3. HISTOLOGÍA DEL FOLICULO PILOSO	6
2.3.1. Desarrollo General	6
2.3.2. Estructura histológica	7
2.3.3. Desarrollo individual de los folículos	8
2.3.4. Desarrollo de las estructuras accesorias al folículo	9
2.4. CARACTERÍSTICA Y TIPOLOGIA PILOSA	10
2.4.1. Distribución de los folículos en la piel	11
2.4.2. Diferenciación histológica	12
2.4.3. Grupo folicular	14
2.5. PARÁMETROS e INDICES FOLICULARES	14
2.5.1. Población y Densidad folicular	14
2.5.2 Relación folicular	16
2.5.2.1. Distribución de la relación folicular	17
2.5.2.2. Relación folicular entre razas	17
2.5.2.3. Factores que afectan la relación folicular	17
2.6. PRODUCCIÓN DE FIBRA	18
2.6.1 Razas de alpaca productoras de fibra	18
2.7. SITUACIÓN DE LA FIBRA EN EL MERCADO	19
2.8. CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA	19
2.8.1. Naturaleza de la fibra	20
2.8.2. Características físicas de la fibra	20

2.8.2.1. Diámetro	20
2.8.2.2. Factores que tienen influencia sobre el diámetro de la fibra	21
2.8.3. Variabilidad en el diámetro de fibra	22
2.8.4. Influencia de la curvatura de fibra sobre el promedio del diámetro	23
2.9. NOMENCLATURA Y CLASIFICACIÓN DE LA FIBRA DE ALPACA	24
2.10 ESTRUCTURA FÍSICA DE LA FIBRA	
Cutícula, Corteza y medula	24
 III . MATERIALES Y METODOS	
3.1. Lugar de Estudio	28
3.2. Animales y tamaño muestral	28
3.3. Materiales	29
3.4. Metodología del Estudio	
3.4.1. Recolección de muestras	29
3.4.2. Procesamiento histológico	30
3.4.3. Evaluación microscópica	31
3.4.4. Evaluación de las muestras de fibra	31
3.5. Análisis Estadísticos	32
 IV. RESULTADOS	
4.1. Descripción histológica	33
4.2. Relación folicular	40
4.3. Diámetro de fibra	41
4.4. Correlación entre diámetro de fibra y porcentaje de medulación de fibras secundarias	42
4.5. Correlación entre relación folicular S/P y diámetro de fibra	42
4.6. Análisis de regresión lineal múltiple	43
 V . DISCUSIÓN	44
VI. CONCLUSIONES	52
VII. BIBLIOGRAFÍA CITADA	53
VIII. APÉNDICES	59

RESUMEN

El presente estudio se realizó utilizando 42 crías de alpacas, hembras y machos, de diferentes colores de la raza huacaya y suri con el propósito de estudiar la relación de folículos secundarios con primarios (S/P) a fin de determinar el grado de asociación con la medida del diámetro de su respectiva fibra en cada raza y entre ambas razas. Para ello se tomaron muestras de fibra y piel mediante biopsia de la zona del costillar medio. Las muestras de fibra fueron medidas a través del laserscan, mientras que las biopsias de piel fueron procesadas mediante estudio histológico. La histología demostró que los folículos primarios pueden ser solitarios denominados folículo primario extra grupo folicular (FPEGF) o formando parte de un grupo folicular compuesto denominado folículo primario intra grupo folicular (FPIGF). Además estos últimos pueden distribuirse de manera central (FPC) y lateral (FPL) mientras que los secundarios pueden ser solitarios formando grupos foliculares simples o formando parte de los grupos foliculares compuestos. Los valores promedio de relación folicular S/P fueron de 13.9 (\pm 4.7) para la raza huacaya y de 14.5 (\pm 6.3) para la raza suri , mientras que el diámetro de fibra para la raza huacaya fue de 20.8 micras (\pm 1.9) y para la raza suri de 21.4 micras (\pm 2.0). No se encontró diferencia estadística para los valores de relación folicular S/P ni para los valores de medida del diámetro medio de fibra entre ambas razas de alpacas. Sin embargo al hacer el análisis de correlación, los resultados indican que a mayor relación folicular S/P el diámetro de fibra de alpaca es menor en ambas razas , debido a que ambas variables presentan una correlación negativa ($r = - 0.72$).

PALABRAS CLAVE: alpacas, crías, fibra, folículo piloso

SUMMARY

The present study was carried using 42 crias of alpacas, female and male of different colors from huacaya and suri breeds, with the objective to study the ratio of secondary / primary follicles (S/P) to determine the association level with the mean of diameter of its respective fiber in both breeds. Samples were taken of fiber and skin through biopsy of the middle costal zone. Samples fiber were measured with laserscan and the skin samples processed for histological study. The histology shown the primary follicles could be solitary called FPEGF or formed share of compound follicle group called FPIGF. Furthermore, those last can delivery one of central way (FPC) and two lateral (FPL) while that secondary follicle could be solitary as simple follicle group or forming share of compound follicle group. The mean values of ratio follicle S/P were of 13.9 (\pm 4.7) for huacaya and of 14.5 (\pm 6.3) for suri, while that mean fiber diameter for huacaya was 20.8 micras (\pm 1.9) and for suri was 21.4 micras (\pm 2.0). There were not statistical significance for values of ratio S/P either from values mean fiber diameter in both alpacas breeds. However the analyses of correlation determined that one largest ratio S/P the mean diameter fiber was less in both alpacas breeds owing that both variable present one negative correlation ($r = - 0.72$).

KEY WORDS: alpacas , crías, fiber , hair follicle.

	LISTA DE CUADROS	Pag.
Cuadro 1:	Diferencias comparativas en la calidad de vellón entre razas de alpacas	21
Cuadro 2:	Clasificación de la fibra de alpaca	24
Cuadro 3:	Comparación del parámetro de relación folicular S/P entre las crías de raza huacaya y suri	40
Cuadro 4:	Efecto de la raza y sexo sobre la relación folicular	41
Cuadro 5:	Comparación de los diámetros de fibra entre las razas huacaya y suri	41
Cuadro 6:	Efecto de la raza y sexo sobre el diámetro de fibra	42

LISTA DE FIGURAS	Pag.
Figura 1 : Corte transversal de piel de alpaca. Coloración H & E. 50X	33
Figura 2 : Distribución de los nidos foliculares (NF) en corte longitudinal de piel de alpaca . Coloración H & E. 100X	34
Figura 3a: Estructura del Grupo folicular compuesto (GFC) en alpaca de raza suri. Coloración H&E 400X	34
Figura 3b: Estructura predominante del grupo folicular en alpaca de raza huacaya. Coloración H & E. 400X	35
Figura 4: Grupo folicular simple mostrando fusión de la vaina radicular externa (VRE) (flechas) de los folículos secundarios (FS). Coloración H & E 400X	35
Figura 5 Diferenciación histológica del folículo primario intra grupo folicular (FPIGF) asociado a una glándula sudorípara (Gs). Coloración H & E. 400X	36
Figura 6: Folículos secundarios (FS) mostrando variable medulación en alpaca de raza suri . Coloración H & E 400X	36
Figura 7: Doble folículo primario (FP) rodeado de varios folículos secundarios (FS) en Grupo folicular compuesto de raza huacaya Coloración H & E. 400X	37
Figura 8: Tríó folicular primario en Grupo Folicular compuesto de raza suri. Coloración H&E. 400X	37
Figura 9: Distribución del folículo primario extra grupo folicular (FPEGF) Coloración H&E 400X	38
Figura 10: Estructura del folículo primario extra grupo folicular (FPEGF) con su fibra medulada en la raza huacaya .Coloración H&E 400X	39

I. INTRODUCCIÓN

La cordillera de los andes que cruza Sudamérica determina un ecosistema alto andino donde han evolucionado los camélidos, siendo domesticados la alpaca y la llama, permaneciendo en estado silvestre el guanaco y la vicuña (Antonini *et al.*, 2004; Pizarro, 1999). Los camélidos sudamericanos constituyen un recurso natural con amplias posibilidades de aprovechamiento económico por tratarse de animales poliproductores (fibra, carne para consumo y como transporte de carga) y con una notable capacidad de adaptación a ambientes hostiles desde el punto de vista de la ganadería tradicional (Fernández Baca, 1991; Machuca, 1969).

En los últimos 20 años, en distintos países de Sudamérica (Argentina, Bolivia, Perú, Chile) y en EE.UU, Australia, Nueva Zelandia y Europa, surgieron grupos dedicados a la cría, mejoramiento y manejo sustentable de estas especies, debido principalmente a la fineza y calidad de su fibra, así como a su alto valor de comercialización (Pizarro, 1999)

Entre los camélidos, la especie alpaca reúne las mejores condiciones como animal productor de fibra , conjugando la calidad de la fibra de vicuña y la docilidad de la llama (Brioso, 1969). La fibra de alpaca por sus cualidades textiles especiales y sobre todo por su rareza ha llegado a ser una de las más cotizadas del mundo y es por ello que hoy tiene un precio de cuatro veces mas que la lana de ovino (Hilari, 1985).

El Perú como principal país dedicado a la crianza de alpacas y por lo tanto exclusivo productor de esta fibra en el mundo, todavía no cuenta con eficaces sistemas de selección y mejoramiento, así como de tecnología textil que permita usufructuar económicamente dichos recursos (Fernández Baca, 1991).

La producción de alpacas tiene una importancia económica y social en las regiones del sur del país donde prospera cerca del 80% de la producción total (Villaroel, 1963) pues las personas dedicadas a su crianza tiene como ingreso económico el producto obtenido por dicha actividad Sin embargo la producción encuentra dificultad en la comercialización, ya que debido a la falta de calidad de la fibra , los precios que obtienen los productores no justifica el trabajo realizado durante todo el año (Prado, 1985; Velásquez, 1985; Hilari, 1985; Leyva ,1979).

La cantidad y calidad de fibra en animales con cobertura de pelo, esta íntimamente asociada con la estructura folicular de la piel. El método de análisis histológico de la estructura folicular a nivel de la piel, permite identificar a temprana edad aquellos individuos probables o improbables de producir un vellón de alta densidad y excelente finura (Copana, *et al.*, 2000, Rivera, 1987).

El presente estudio busca determinar la relación de folículos pilosos secundarios con los primarios y establecer el grado de asociación con la finura de la fibra entre las razas suri y huacaya con el fin de determinar que raza de alpaca produce una fibra mas fina por la cual debería ser potencialmente seleccionada incrementando de manera significativa los ingresos de ganaderos altoandinos .

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PIEL

La piel es el órgano más extenso y visible del cuerpo y la barrera anatómica y fisiológica entre el medio interno del animal y el medio externo. Previene la pérdida de agua, así como evita el ingreso de agentes físicos, químicos y biológicos (Fowler, 1989; Junqueira, 1988). Fisiológicamente, la piel regula la temperatura a través de diversas formas, como el riego sanguíneo cutáneo, la capa de pelo y la función secretora (Banks, 1993; Leeson *et al.*, 1990). La piel cumple esta función secretora por intermedio de la secreción de sus glándulas sudoríparas y sebáceas y una función de producción de fibras por intermedio de sus folículos (Fowler, 1989; Tapia, C.M.1969).

2.2. ESTRUCTURA DE LA PIEL

La piel de los mamíferos esta formada por tres capas:

EPIDERMIS: es la capa más externa de la piel, constituida por un epitelio escamoso estratificado queratinizado, cuyo número de estratos varía con su localización. En las regiones donde existe densa cubierta protectora de pelo es delgada; pero en la piel desnuda, como en las uniones mucocutáneas de la epidermis, es mas gruesa (Banks, 1993; Junqueira, 1988; Calhoun, 1986). A su vez, la epidermis tanto pilosa como sin pelo presenta cuatro estratos, pudiendo existir un quinto, el estrato lúcido, en algunas regiones sin pelo (Calhoun, 1986). Los estratos son:

Estrato basal o germinativo, consiste en una única capa simple de células que varían de cúbicas a cilíndricas cuyo núcleo grande esta en relación al tamaño de la célula y con citoplasma intensamente basófilo, las cuales descansan sobre una fina capa acelular de tejido conectivo llamada lámina propia (Gasquez, 2004; Atlee *et al.*, 1997; Junqueira, 1988; Calhoun, 1986).

Estrato espinoso, constituido por un número variable de células poliédricas que poseen estructuras alargadas a manera de prolongaciones con espinas radiadas, que unen célula con célula formando generalmente dos capas, cuyo citoplasma es menos basófilo que las células de la capa anterior (Gasquez, 2004; Banks, 1993).

Estrato granuloso, esta formado por una sola capa simple de células aplanadas y delgadas con núcleo comprimido y citoplasma plegado a la superficie, conteniendo pequeños gránulos basófilos queratohialinos (Gasquez, 2004; Scott *et al.*, 2002; Banks, 1993; Junqueira, 1988).

Estrato corneo, es delgado y esta formado por escamas corneas estrechamente unidas entre sí, cuyas células anucleadas aparecen llenas de una sustancia córnea llamada queratina (Junqueira, 1988; Calhoun, 1986).

La mayor parte de la epidermis presenta queratina blanda incluyendo a las mucosas cutáneas que están queratinizadas. Por el contrario, la queratina dura es característica de apéndices de la piel como el pelo, la lana o fibra. A diferencia de la queratina blanda, durante la formación de queratina dura no son evidentes los gránulos queratohialinicos (Banks, 1993, Junqueira, 1988).

DERMIS: Esta capa se separa de la epidermis por medio de una membrana basal típica y se encuentra sumamente irrigada por capilares y arteriolas. Asimismo, en esta capa se encuentran estructuras derivadas de la epidermis como glándulas sebáceas y sudoríparas, folículos pilosos y músculo piloerector. Para su estudio histológico presenta dos zonas de límites poco precisos: una papilar y una reticular (Calhoun, 1986; Trautmann, 1957). La dermis papilar o superficial, esta en contacto con la epidermis y se amolda al contorno del estrato basal, asimismo en algunas zonas contiene estructuras epidérmicas como son las papilas que se invaginan hacia la dermis provenientes de la epidermis. Esta constituida por tejido conectivo laxo, cuyo espesor es variable según las diferentes especies (Junqueira, 1988; Calohun, 1986).

La dermis reticular o profunda, esta constituida por tejido conectivo denso en donde las fibras colágenas están dispuestas en haces gruesos tomando diferentes direcciones entrelazándose con las fibras elásticas a manera de red., presentando escasas células fibrocíticas. (Junqueira, 1988; Calhoun, 1986; Trautmann, 1957).

La unión entre la dermis y la epidermis es generalmente lisa en la piel protegida por una capa densa de folículos pilosos (Calhoun, 1986).

HIPODERMIS: Es una capa muy delgada compuesta de tejido conectivo laxo que sirve para fijar la dermis a las demás estructuras subyacentes como huesos, músculos y cartílago (Banks, 1993; Calhoun, 1986; Trautmann, 1957).

En la alpaca, las capas que forman la piel son las mismas que han sido descritas para los otros mamíferos (Fowler, 1989; Tapia, I.M 1977; Gaitán, 1967,). Asimismo, el límite entre la epidermis y la dermis es casi liso y no presenta interdigitaciones interpapilares (Rodríguez *et al.*, 1985)

Vascularización

El riego sanguíneo de la piel con folículos es muy extenso y se origina en plexos vasculares. Existen variaciones específicas de especie y de acuerdo a la región donde se observa (Banks, 1993). Por lo general, la piel con folículos carece de grandes capilares en las papilas dérmicas, mientras que la piel sin folículos presentan extensas asas capilares en la zona papilar (Calhoun, 1986).

En camélidos como la llama, los vasos sanguíneos de paredes gruesas están presentes en la dermis profunda y son abundantes en algunas áreas. Asimismo pequeños plexos focales de vasos sanguíneos discurren en casi toda la superficie (Atlee *et al.*, 1997). En alpacas, los capilares sanguíneos forman paquetes tortuosos alrededor de los grupos foliculares. Existen diferencias entre razas, debido a que en la raza huacaya, los capilares sanguíneos del tejido dérmico no llegan a acercarse al estrato basal de la epidermis (Tapia, I.M.1977), mientras en la raza suri, estos paquetes capilares son más abundantes y de presentación sub basal (Bustinza, 2001).

2.3. HISTOLOGÍA DEL FOLÍCULO PILOSO

2.3.1. Desarrollo general

Un folículo piloso se forma por el crecimiento de células de la epidermis y la membrana basal en el interior de la dermis o tejido subcutáneo (Banks, 1993; Fowler, 1989). La invaginación del epitelio epidermal forma un canal y las células que lo rodean se diferencian en varias capas u hojas que envuelven a la raíz del pelo (Calhoun, 1986).

Desde un punto de vista anatómico, el folículo piloso se divide en tres segmentos, los cuales son el infundíbulo o porción superficial, el istmo o segmento central y el segmento inferior o bulbo piloso (Gasquez, 2004).

El folículo piloso termina en una espícula epidérmica hueca en forma de cono llamado el bulbo piloso, el cual se encuentra delimitando a la papila dérmica (Banks, 1993). La papila dérmica es un tejido conectivo muy vascularizado situado en la base del folículo piloso y se encuentra rodeado y revestido en su mayor parte por las células de la matriz del pelo conformada por queratinocitos basales y melanocitos. Asimismo, estas células pueden compararse con las células germinales de la epidermis y dan lugar a las células que se queratinizan para formar el pelo, sin embargo difieren en cuanto a su actividad de producción de queratina, debido a que las células matrices producen una especie de queratina rica en aminoácidos sulfurados que se caracteriza por ser una queratina dura y adherente (Gasquez 2004; Junqueira, 1988; Calhoun, 1986). Esta papila dérmica tiene como función nutrir a las células proliferantes de la matriz del pelo y a su vez la matriz del pelo es la encargada de producir la vaina radicular interna (VRI) y el pelo (Gasquez, 2004; Scott *et al.*, 2002). El folículo esta empotrado en la dermis, generalmente formando un ángulo agudo y el bulbo piloso puede prolongarse hasta la profundidad de la hipodermis (Calhoun, 1986).

En Camélidos, el folículo esta empotrado en la dermis y en la mayoría de los casos están orientados oblicuamente. Esta marcada angulación de los folículos pilosos han sido reportadas como una característica de los camélidos a fin de proporcionarles aislamiento y protección bajo extremas condiciones ambientales (Atlee, *et al.*, 1997

2.3.2. Estructura Histológica

El folículo piloso esta compuesto por numerosas capas que se disponen ordenadamente :

Vaina de tejido conectivo: La vaina radicular externa esta rodeada por dos prominentes estructuras: Una zona de membrana basal o membrana vítrea, que separa al tejido conjuntivo del epitelio folicular y una vaina radicular fibrosa que consta de una capa de tejido conectivo denso (Gasquez, 2004; Scott *et al.*, 2002; Banks, 1993).

Vaina radicular externa (VRE): Esta formada por varias capas de células similares a las del estrato espinoso de la epidermis, con el que se continua en la parte superficial del folículo, alcanzando su máximo espesor cerca de la epidermis y disminuyendo gradualmente hacia el bulbo piloso (Gasquez, 2004; Banks 1993; Calhoun, 1986). En su porción inferior, desde el istmo del folículo piloso hasta la matriz del pelo, sus células presentan un citoplasma vacuolizado en los cortes histológicos convencionales debido a que acumulan bastante glucógeno y no sufren proceso de queratinización. En la porción media del folículo piloso, en el Istmo, la VRE ya no esta cubierta por la VRI y sus células sufren proceso de queratinización tricolemal en la que no se forman gránulos de trichialina. En la porción superior del folículo piloso, el infundíbulo, las células de la Vaina radicular externa inician un proceso de queratinización de manera similar a la que ocurre en la epidermis superficial (Gasquez 2004 ; Scott *et al.*, 2002; Junqueira, 1988; Calhoun, 1986).

Vaina radicular interna (VRI): es la capa mas interna cercana a la raíz del pelo constituyendo una envoltura protectora. A su vez, esta formada por tres subcapas concéntricas; de células aplanadas con o sin gránulos citoplasmáticos eosinófilos de trichialina (Scott *et al.*, 2002; Banks, 1993) las cuales son:

- Capa de Henle, es la capa mas externa que tiene una única capa de células queratinizadas anucleadas (Gazquez 2004; Scott *et al.*, 2002; Calhoun, 1986).
- Capa media de Huxley, integrada por una a tres capas de células nucleadas con gránulos intracitoplasmáticos eosinófilos proteicos de trichialina (Gasquez 2004, Scott *et al.*, 2002; Slobodan y Snezana, 1998).

- Capa cuticular, es una sola capa de células queratinizadas, que se interdigitan con las células cornificadas de la cutícula del pelo o fibra, salvo que los bordes se orientan en dirección opuesta o hacia el bulbo del pelo, esta disposición se produce por la sólida implantación de la raíz del pelo en el folículo piloso (Scott *et al.*, 2002; Banks, 1993).

La VRI se queratiniza y desintegra cuando alcanza el nivel del istmo folicular. La función primaria de la VRI es moldear el pelo dentro de ella, lo cual se logra mediante el endurecimiento previo del pelo (Scott *et al.*, 2002).

En camélidos como la alpaca la VRE contiene todas las características epidérmicas de una piel delgada, pero en la parte mas profunda del folículo, a nivel del bulbo piloso esta capa se adelgaza y ya no contiene alguna de las capas superficiales de la epidermis. Por otro lado, la capa de Huxley no presenta las características de los llamados gránulos trichialinos, lo que la hace diferente de otras especies (Tapia, I.M. 1977).

2.3.3. Desarrollo individual de los folículos primarios y secundarios

Los primeros folículos que se forman son los folículos primarios tanto en ovinos como en alpacas (Rogers, 2006; Yi, 1995). En alpacas la mayoría de estos empieza su desarrollo bajo la forma de yemas pilosas, constituidas por células cilíndricas basales que se agrandan y juntan unas a otras, cerca de los 90 días y continua hasta los 147 días de gestación. Posteriormente aparecen dos folículos laterales al primer folículo primario lo que se conoce como Trío folicular. Este grupo de tres folículos continua creciendo logrando formar su propio canal piloso por donde emerge la fibra, siendo el mayor periodo de crecimiento entre los 187 y 214 días de gestación (Yi, 1995; Mamani, 1988).

La formación de los folículos secundarios empieza a partir de los 187 días de gestación, los cuales son observados a nivel del cuello del folículo primario como grupos celulares carentes de diferenciación clara. Después de los 264 días de gestación se observa que el folículo secundario no tiene su propio canal por lo que la fibra secundaria emerge vía el canal del folículo primario. La mayoría de folículos secundarios empieza a producir fibra a los 343 días de gestación (Yi, 1995).

2.3.4. Desarrollo de las estructuras accesorias al Folículo Piloso

Glándulas sebáceas: Son glándulas alveolares simples, ramificadas o compuestas, distribuidas a lo largo de toda la piel, que liberan su producto de secreción de tipo holocrino. Se originan de la vaina externa de la raíz del folículo piloso e invaden la dermis (Scott, *et al.*, 2002; Calhoun, 1986). Estas glándulas están situadas junto a los folículos pilosos por encima de la inserción del músculo erector del pelo, y su conducto se abre en el canal folicular que rodea al tallo piloso. Constan de varios lóbulos de pequeño tamaño formados por acinos alargados bastante grandes que desembocan mediante un conducto dentro del canal piloso a nivel del infundíbulo (Gazquez, 2004; Scott, *et al.*, 2002).

Las glándulas sebáceas son generalmente uni o bilobuladas y empiezan su desarrollo en las alpacas alrededor del folículo primario y del folículo secundario a los 147 días de gestación aproximadamente (Yi, 1995). En las alpacas adultas, a la mayoría de los folículos tanto primarios como secundarios, les desemboca una glándula sebácea y su desembocadura se produce a nivel del denominado cuello del folículo, distribuyéndose de manera bilobulada o trilobulada con respecto al folículo primario (Tapia, I.M. 1977). Otros estudios indican una escasa presencia de glándulas sebáceas en alpacas adultas de raza huacaya (Gaitán, 1967).

Glándulas sudoríparas: Son estructuras enrolladas en forma de tubos. Existen dos tipos de clasificación de acuerdo a la localización anatómica de su conducto: Epitriquiales y Atriquiales (Scott *et al.*, 2002; Banks, 1993).

Las glándulas epitriquiales, término usado para describir a la glándula sudorípara que se abre dentro del folículo piloso (llamada formalmente glándula apocrina), son las más abundantes en los mamíferos domésticos y por lo general son espiraladas y saculares tubulares, con una parte secretora enrollada y un conducto recto y están distribuidas a lo largo de toda la piel con pelo. Se localizan por debajo de las glándulas sebáceas y por lo general su conducto excretor desemboca a nivel del istmo del canal folicular, por encima del conducto sebáceo por lo que también recibe el nombre de glándulas sudoríparas peritriquiales (Gasquez, 2004; Scott *et al.*, 2002). Con mayor frecuencia el conducto sudoríparo atraviesa la epidermis del folículo piloso, inmediatamente antes que se abra en la superficie de la piel (Calhoun, 1986).

Las glándulas atriquiales son aquellas glándulas sudoríparas cuyo conducto se abre dentro de la superficie de la piel a nivel interfolicular. Son glándulas tubulares simples contorneadas presentes solo en las almohadillas plantares, son de pequeño tamaño y se localizan en la dermis profunda y en el tejido subcutáneo (Gasquez, 2004; Scott *et al.*, 2002; Calhoun, 1986).

En las alpacas las glándulas sudoríparas empiezan su desarrollo aproximadamente después de los 187 días de gestación (Yi, 1995). Estudios en llamas revelan que el conducto de la glándula sudorípara se abre dentro del infundíbulo folicular del pelo primario de una forma epitriquial cerca del ostium folicular (Atlee *et al.*, 1997).

Músculo piloerector: Esta formado por haces de fibras musculares lisas que se insertan en la vaina del tejido conjuntivo del folículo piloso y se extiende hasta la epidermis, donde se fija a la capa superficial de la piel (Banks, 1993; Calhoun, 1986; Rodríguez *et al.*, 1985)

2.4 .CARACTERÍSTICA Y TIPOLOGÍA PILOSA

En los animales domésticos el pelo recubre todo el cuerpo, con excepción de las almohadillas plantares. El pelo es una estructura flexible y queratinizada producida por un folículo piloso (Banks, 1993; Calhoun, 1986). El pelo o vellón de oveja recibe el nombre de fibra. Existen tres tipos de fibra:

Fibras de lana, son intensamente rizadas de pequeño diámetro que carecen de médula .

Fibras meduladas, que son gruesas y tienen una médula característica.

Fibras pilosas de tamaño intermedio entre la lana y las fibras meduladas (Carpio, 1991; Calhoun, 1986).

Los primeros estudios en la piel de animales productores de fibra, fueron hechos en ovinos, los cuales revelaron la existencia de dos tipos de folículos. Estos han sido designados en orden de aparición en el desarrollo embrional como:

- Folículos primarios, que se diferencian primero y que producen los pelos largos y fuertes de la capa externa del folículo. Tienen mayor diámetro y su raíz se halla profundamente enraizada en la dermis (Rogers, 2006; Carter 1957).

- Folículos secundarios, que inician su desarrollo posteriormente a los primarios y producen las más finas fibras de la envoltura interna (Carter, 1957). Presentan un diámetro mas pequeño que el primario y su raíz se encuentra cerca a la superficie de la piel (Carpio, 1991).

2.4.1. Distribución de los folículos en la piel

De manera general los folículos pilosos se encuentran distribuidos de acuerdo a su contenido de pelos bajo dos formas:

Folículos simples son aquellos que contienen un único tipo de pelo o fibra saliendo a la superficie, mientras que lo **folículos compuestos** están formados por varios folículos de diferentes tipos saliendo de una abertura única sobre la superficie de la piel. Cada uno de los pelos de un folículo compuesto tiene su propia pápila dérmica y vaina de la raíz y a nivel de las aberturas de las glándulas sebáceas los folículos pilosos se unen para formar un orificio folicular externo único (Fowler, 1989; Calhoun, 1986).

Existen diferencias en la disposición de los folículos pilosos en los animales domésticos, en algunas especies como los caballos y el vacuno, se encuentran dispuestos como folículos simples distribuidos uniformemente en grupos de a cuatro, mientras que en los cerdos los folículos simples se presentan en grupos de dos a cuatro. Dichos grupos se hallan rodeados generalmente por tejido conjuntivo denso (Calhoun, 1986). Mientras que en carnívoros domésticos los folículos pilosos se agrupan formando folículos compuestos en los que se encuentran uno o varios folículos primarios principales y varios folículos secundarios. De manera general, uno de los pelos primarios es el mas largo, denominándosele folículo central mientras que los restantes pelos primarios son mas cortos denominándosele folículos primarios laterales. Cada pelo primario puede estar acompañado de 5 a 20 pelos secundarios, asimismo, los grupos de pelo contienen folículos que se abren de manera separada o a través de una abertura común en la superficie, de esta forma los pelos primarios emergen de una forma independiente a través de poros separados, en tanto que los pelos secundarios lo hacen mediante un poro común. Pueden salir hasta 15 pelos de una sola abertura. (Gasquez, 2004; Scott *et al.*, 2002; Calhoun, 1986).

En la cabra, los folículos primarios principales se presentan en grupos de hasta tres, con tres a seis folículos secundarios asociados con cada uno de los grupos (Henderson, *et al.*, 1991; Calhoun, 1986).

La piel del ovino tiene zonas cubiertas por pelo y zonas cubiertas de lana. Las zonas cubiertas por pelo contienen principalmente folículos simples, mientras que las regiones cubiertas de lana tienen gran cantidad de folículos compuestos (Calhoun, 1986).

En la piel de los camélidos, los folículos pilosos se encuentran distribuidos de ambas maneras (Fowler, 1989). Así tenemos que en la llama los folículos pilosos simples, se conforman por un folículo primario solitario, que surge individualmente, cada uno teniendo una abertura separada y se caracteriza por estar compuestos por una sola fibra, llamada pelo o cana (Chambilla, 1983), donde desemboca la glándula sebácea y esta acompañada de una glándula sudorípara que en algunos casos puede desembocar al folículo o emerger libremente, como en la alpaca (Rodríguez *et al.*, 1985). Este tipo de folículos varían grandemente en tamaño y estructura, dependiendo de la localización del cuerpo (Atlee *et al.*, 1997). Mientras que los folículos pilosos compuestos, tanto en llamas como en alpacas, se describen como manojos de uno ó varios folículos primarios rodeados por múltiples folículos secundarios pequeños; todos juntos fusionados cerca a la entrada del conducto sebáceo y compartiendo un infundíbulo folicular común, por lo que su emergencia en la piel es única. El íntegro del folículo compuesto es circundado por una continua vaina de raíces fibrosas. (Atlee *et al.*, 1997, Fowler, 1989). Típicamente estos folículos compuestos han sido referidos previamente como nidos foliculares (Rodríguez *et al.*, 1985; Chambilla, 1983).

2.4.2. Diferenciación histológica de los folículos en la piel de alpacas

Estudios en fetos de alpacas señalan que a los 170 días de gestación se empiezan a diferenciar la presencia de un folículo simple y la formación de un folículo compuesto. El folículo simple está representado por el folículo que desde el inicio de su formación se halla diferenciado porque alcanza mayor profundidad dérmica tanto en cortes transversales y longitudinales, presentando una estructura folicular más grande y está asociado con una glándula sebácea rudimentaria, además se encuentra acompañado de una glándula sudorípara en vías de profundización. Mientras que el folículo compuesto

se encuentra diferenciado porque presenta invaginaciones de 2 a 3 folículos en vías de profundización y a diferentes alturas y son más superficiales que el folículo simple y de menor diámetro y longitud (Mamani, 1988). En observaciones posteriores también en fetos de alpaca se señala que glándulas sebáceas son asociadas con folículos primarios y folículos secundarios, pero glándulas sudoríparas y músculo erector del pelo son solamente asociados con folículos primarios (Yi, 1995). Mientras que en alpacas adultas se señala que tanto a los folículos primarios como a los secundarios les desemboca una glándula sebácea y en muy pocos casos no tienen esta glándula (Tapia, I.M.1977).

Dentro de un folículo compuesto los folículos primarios se hallan completamente diferenciados por su mayor diámetro y asociación con ciertas estructuras accesorias, como son las glándulas sebáceas, glándulas sudoríparas y músculo erector del pelo; de las cuales son esenciales para su diferenciación las dos últimas. No todos los folículos primarios están asociados a glándulas sebáceas, en las zonas donde se ha encontrado esta asociación, estas glándulas son lobuladas predominando las formas bilobuladas o trilobuladas. (Tapia, I.M. 1977; Gaitán, 1967). Además, el folículo primario presenta una fibra medulada de mayor diámetro y esta siempre relacionado con una glándula sudorípara de tipo merocrino. Asimismo, los folículos primarios se ubican generalmente a un lado del grupo de los folículos secundarios (Tapia, I.M.1977). Por otro lado, el folículo secundario se caracteriza por presentar un menor diámetro y por no contar con las estructuras accesorias que presenta el folículo primario como son glándula sudorípara y músculo erector del pelo. Asimismo, los folículos secundarios que se encuentran asociados a una estructura accesoria como es la glándula sebácea, van a presentar una glándula de una forma arriñonada e incluso es mas pequeña que la descrita para la del folículo primario (Tapia, C.M.1969; Gaitán, 1967). Asimismo, se ha podido observar la presencia de folículos secundarios que presentan una fibra sin médula (Tapia, I.M.1977).

En otros camélidos, como la llama los folículos pilosos se hallan totalmente diferenciados por su tamaño, diámetro y presencia de médula tanto en folículos primarios como en folículos secundarios, siendo los folículos primarios de dos clases, el pelo o cana y el primario propiamente dicho. Asimismo los folículos secundarios se dividen en medulados y no medulados (Rodríguez *et al.*, 1985; Chambilla, 1983).

2.4.3. Grupo Folicular

En ovinos merinos australianos el grupo folicular esta formado por un grupo de tres folículos primarios y un número variable de secundarios. Ocasionalmente pueden ser menos de tres primarios pero nunca mas de ese número por grupo (Rogers, 2006). Asi mismo, cuanto mas pequeño es el grupo producirá una fibra mas gruesa (Carter y Clarke, 1957). De manera similar en fetos de alpacas los folículos secundarios están localizados alrededor de los folículos primarios, pudiendo ser estos hasta un número de tres, constituyendo juntos un grupo folicular (Yi, 1995).

En alpacas adultas el grupo folicular esta formado generalmente por un folículo primario y un número variable de folículos secundarios, cuyo rango de variación va a depender de la raza, ya que en la raza huacaya varia de 3 a 14 folículos secundarios (Gaitán, 1967) mientras que en la raza suri varia entre 2 a 17 folículos secundarios (Tapia, C.M.1969) completamente delimitados por tejido conectivo dérmico (Tapia, I.M.1977; Arana, 1972). Asimismo, la observación del trío folicular primario es rara en alpacas adultas, pudiéndose encontrar en diferentes localizaciones del cuerpo del animal tales como costillar y grupa (Tapia, I.M.1977; Tapia, C.M.1969) y en la región de la espalda de animales de raza huacaya (Gaitán, 1967).

2.5. PARAMETROS E INDICES FOLICULARES

2.5.1. Población y Densidad folicular

La total población folicular de la piel en ovinos esta dado por la suma de folículos primarios mas folículos secundarios que se desarrollan en una determinada área de piel (Carter,1957). En ovinos el número de folículos primarios están completos al nacimiento, solamente cambia la densidad de folículos primarios después del nacimiento como resultado de la expansión de la piel que acompaña al normal crecimiento (Schinckel, 1955). En cuanto a los folículos secundarios, estos están presentes al nacimiento del cordero y la población de los mismos se encuentra completamente desarrollada a los 6 meses de nacimiento (Short, 1955).

La densidad es importante para el criador ya que a mayor densidad mayor número de fibras y por consiguiente, mayor peso del vellón (Sumar, 1998). La densidad esta en dependencia de la concentración folicular que existe en las diferentes zonas de la piel (Calle, 1982). Al nacimiento los folículos pilosos se encuentran bastante compactados en la piel, siendo en general muy alta la densidad. A medida que el animal va creciendo la densidad folicular disminuye, de manera que la densidad folicular debe estimarse para fines prácticos en animales adultos (Carpio, 1991). Asimismo, la densidad folicular esta influenciada por la región anatómica, debido que hay una disminución de ella en la dirección antero posterior y también en el sentido dorso ventral, encontrándose que la zona del costillar medio constituye la zona representativa de la densidad folicular (Arana, 1972).

Estudios en ovinos y camélidos sudamericanos como la llama, señalan que a mayor densidad folicular menor diámetro de la fibra (Sumari, 1986; Prado, 1985; Velásquez, 1985; Arana, 1972) y con respecto a las alpacas, existen diferencias de densidad folicular entre razas, siendo la raza suri, la que posee una mayor densidad que los ejemplares de raza huacaya (Macagno, 1932 citado por Sumar, 1998); Tapia, C.M. 1969; Gaitán 1967). Asimismo, en camélidos se ha determinado que existe una relación entre la densidad y relación folicular con la finura de la fibra (Rodríguez, 2000).

La densidad folicular en alpacas adultas de la raza huacaya es de 15.93 folículos por mm^2 (Gaitán, 1967) correspondiendo la mayor densidad a la región de la grupa, con un rango de variación de 8 a 24 folículos por mm^2 (Arana, 1972). Asimismo, la densidad promedio de folículos primarios es de 1.93 por mm^2 , a nivel de la región del costillar, evidenciándose una mayor densidad de folículos primarios en relación a las otras regiones del cuerpo del animal, y una densidad promedio de folículos secundarios de 13.9 mm^2 (Gaitán, 1967). Por otro lado, en alpacas suri, la densidad folicular es de 17.29 folículos por mm^2 para las tres regiones del cuerpo, correspondiendo la mayor densidad a la región de la grupa. Asimismo, la densidad promedio de folículos primarios es de 2.91 por mm^2 y la densidad promedio de folículos secundarios de 14.38 por mm^2 (Tapia, C.M. 1969).

2.5.2. Relación folicular

La calidad de vellón de la producción de lana es frecuentemente expresado en términos de relación de folículo secundario por primario S/P (Carter y Clarke, 1957). La existencia de una relación entre los dos tipos de folículos, es una excelente medida de la calidad del vellón debido a que representa el mejor indicador de la condición de la población folicular en relación a la productividad, ya que los folículos secundarios son los que producen la fibra más fina (Carter, 1957; Carpio y Solari, 1979). Por otro lado, no se necesita tomar en cuenta la expansión normal de la piel, debido al crecimiento; ni el encogimiento de ella durante el procesamiento de la muestra (Henderson *et al.*, 1991). En consecuencia, un alto valor de relación entre folículos secundarios y primarios (S/P), se debe a que existe un mayor número de folículos secundarios por cada folículo primario (Carter y Clarke, 1957).

La relación folicular S/P se obtiene dividiendo el número total de folículos secundarios por el número total de primarios en un área de la piel. Si esta razón es multiplicada por el número promedio de folículos primarios en el grupo ($np \times S/P$) daría el número promedio de folículos secundarios y si se quiere el número total de folículos en el grupo se adiciona el número promedio de primarios ($np \times S/P + np$) (Carter, 1957).

En ovinos merinos australianos el número de folículos primarios no cambia después del nacimiento, esto determina que la relación folicular se considere como una medida de cambio en el número de folículos secundarios (Schinckel, 1955). Asimismo, cambios en la proporción de folículos secundarios a primarios (S/P) producirá cambios en el grosor de la fibra (Huapaya, 1980).

Durante el desarrollo fetal en alpacas la relación folicular S/P va cambiando de acuerdo al estadio de maduración gestacional. Así por ejemplo a los 264 días de gestación la relación folicular es de 1.42 secundarios por cada primario. A los 307 días de gestación es de 2.53 secundarios por cada primario, mientras que a los 343 días de gestación la relación folicular S/P es de 2.25 secundarios por cada primario. El descenso tardío en la relación al final del periodo de gestación puede ser atribuido a la expansión de la piel, durante el acelerado desarrollo del feto (Yi, 1995).

Estudios en crías de ambas razas demuestran que la estructura folicular de la alpaca obtiene una completa maduración a temprana edad, observándose que la relación folicular S/P alcanza su máximo valor a los 4 meses de edad, para ir disminuyendo hasta los 10 meses de edad (Antonini, *et al.*, 2004).

2.5.2.1. Distribución de la relación folicular

En vicuñas la distribución de los promedios de relación folicular S/P se mantiene constante a lo largo de toda la piel, teniendo como promedio un valor de 27 secundarios por cada primario (Carpio, M y Solari Z, 1979). Sin embargo, en otros camélidos, como la alpaca, la relación folicular S/P varía de acuerdo a la región anatómica de donde se encuentre, siendo la mas alta a nivel de la región de la grupa, seguida del costillar y espalda (Gaitán, 1967; Tapia, C.M. 1969; Tapia, I.M. 1977).

2.5.2.2. Relación folicular entre razas

Estudios en ovinos demuestran que la relación folicular varia ampliamente dependiendo de la raza, así por ejemplo razas con escasa y mala calidad de lana, tienen una baja relación folicular S/P como 3:1, mientras que la mas fina y alta calidad de lana de la raza merino, tiene una relación cercana de 20 :1 (Carter, 1957)

En alpacas adultas, existen grandes diferencias en el rango de variación del promedio de la relación folicular, que varía incluso dentro de la raza y entre razas. En la raza huacaya el promedio de la relación folicular varía entre 4.85 y 7.18 secundarios por cada primario (Tapia, I.M.1977 y Gaitán,1967, respectivamente). Mientras que en alpacas tuis de la raza suri se encontró que el rango de variación del promedio de la relación folicular es mas reducido oscilando entre 4.94 para las tres regiones estudiadas, con un rango de 2.4 a 10.3 (Tapia, C.M.1969) y 4.87 secundarios por cada primario (Tapia, I.M. 1977) .

2.5.2.3. Factores que afectan la relación folicular

Recientes estudios han buscado determinar el efecto de la esquila sobre la estructura folicular, pero ninguno ha podido demostrar que exista efecto de la esquila sobre la relación folicular S/P. Así en alpacas de raza huacaya de 10 meses, sometidas a esquila se ha encontrado una relación folicular de 8.31 secundarios por cada primario,

asimismo la actividad de los folículos secundarios permanece constante, sin embargo existe una correlación negativa entre folículos secundarios y el diámetro total de la fibra, esto confirmaría que la producción de fibras mas finas estaría a cargo de los folículos secundarios (Antonini *et al.*, 2005).

2.6. PRODUCCIÓN DE FIBRA

La producción de fibras textiles de origen animal se pueden clasificar en tres grandes grupos de acuerdo a su procedencia, el primer grupo esta constituido por la lana de la especie ovina. La seda constituye el segundo grupo, producida por una especie de gusano. El tercer grupo esta formado por las Fibras Especiales, producidas por los caprinos (angora, cachemira y mohair) y las cuatro especies del género Lama: alpaca , llama ,vicuña y guanaco (lama guanacoide) (Pizarro, 1999; Carpio,1991; Von Bergen, 1963).

2.6.1. Razas de alpacas productoras de fibra

Los recursos genéticos de las alpacas muestran una gran variabilidad; se conocen 2 razas que reciben los nombres de huacaya y suri, de ellos la mas numerosa es la huacaya, cuyo vellón de fibras rizadas tiene un lustre plateado con una consistencia esponjosa y sus mechas son casi perpendiculares a la piel parecida a los ovinos Romney marsh o Lincoln (Pizarro, 1999; Villaroel, 1963). También es posible encontrar fibras rizadas a través de toda la longitud de la fibra o solo en parte de ella, quedando lisa la otra parte (Calle,1982). En la raza suri, el vellón tiene lustre sedoso y de consistencia compacta, con fibras lacias y largas que se organizan en mechas onduladas o rulos que cuelgan en forma de bucles, de manera semejante al ovino Lincoln (Garcia *et al.*, 2004, Pizarro, 1999). Asimismo, por tener el vellón abierto, una cuarta parte de la punta terminal de la fibra es afectada por la luz solar (Calle, 1982).

La fibra de la alpaca suri es muy estimada a través del mundo, debido a su impresionante lustrosidad y suavidad al tacto, impone un precio impresionante en el mercado. En calidad se encuentra en segundo lugar después de la vicuña, como la clase más rara de fibra procesada de camélido (Salas, 2003).

2.7. SITUACIÓN DE LA FIBRA EN EL MERCADO PERUANO

La principal orientación de la crianza de alpacas es la producción de fibra, cuyas características textiles son muy apreciadas en el mercado, sin embargo los consumidores al ignorar las razas y la calidad de la fibra, no pueden diferenciar si la prenda adquirida esta hecha con fibra de alpaca suri o huacaya pura, o esta hecha con mezclas, donde la mayor parte de aquello que se oferta como fibra de alpaca, es fibra sintética, además en muchos casos algunos adquieren prendas artesanales confeccionadas con fibra de llama (Salas, 2003; Rodríguez, 2000). Esto es consecuencia de la equivocada denominación que utiliza la actividad textil artesanal e industrial para encubrir a las razas de alpacas y a sus diversas calidades de fibras bajo la utilización del nombre genérico alpaca, esta denominación tiene dos implicancias: por un lado no permite diferenciar las características de la fibra de ambas razas, ni reconocer la superioridad de la fibra suri blanca y de color, en comparación con la huacaya. De esta manera, se considera que las alpacas son solo blancas y de la raza huacaya, ello originado por la presión de la industria textil nacional que prefiere la fibra blanca para teñirla artificialmente. Con esta estrategia y la asignación de un mayor precio para la fibra blanca en el mercado, en las haciendas y las empresas asociativas se marginó a las alpacas de color destinándolas solo a consumo cotidiano. (Salas, 2003).

La importancia de la fibra de alpaca decae no solamente por la tendencia del consumo de fibras animales en el mundo, sino también por la falta de mejoramiento en el Perú como país productor. Hay alarmante pérdida de interés empresarial por la crianza y mejoramiento de alpacas, porque no se ha desarrollado la industria textil y el poco incentivo económico también limitan la demanda y utilización de la fibra la proliferación de colores naturales y el alto porcentaje de fibra gruesa (Fernández Baca, 1991; Carpio, 1991; Calle, 1982;).

2.8. CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA

Los camélidos como la llama, al igual que los ovinos, tienen el cuerpo cubierto por un vellón constituido de dos capas: **La undercoat**, que es el manto interno compuesto de las fibras más finas, donde la mayor parte de ellas tiene medulación interrumpida y solo un bajo porcentaje carece de ella (Carpio, 1991, Von Bergen, 1963).

La cutercout, que viene a ser el manto externo formado por pelos largos y gruesos y son fibras que poseen médula (Sumari, 1986; Rodríguez *et al.*, 2000).

El vellón de la mayoría de las alpacas solamente esta constituido por la undercout (Fowler, 1989). Asimismo, dicho vellón es mas uniforme comparado con aquellos producidos por las otras especies de camélidos del género *Llama glamma* (Calle, 1982; Villaroel, 1963).

2.8.1. Naturaleza de la fibra

La fibra se cataloga como fibra de origen animal (proveniente del vellón de la especie *Lama Glama Pacos*) y de naturaleza proteica (Von Bergen, 1963), siendo la fibra de alpaca una fibra de naturaleza proteica, es natural que sus características cuantitativas (peso de vellón, diámetro, longitud de fibra) y cualitativas (color del vellón) estén gobernadas por factores genéticos (Carpio, 1991; Calle, 1982).

2.8.2. Características físicas de la fibra

2.8.2.1. Diámetro: Este parámetro constituye una de las más importantes propiedades de toda fibra o lana. Desde el punto de vista tecnológico y textil, la finura o también el diámetro medio, constituye la característica determinante en la calificación, utilización y en el precio (Sumar, 1998). La finura o diámetro medio es uno de los factores de mayor incidencia en el valor económico de las fibras textiles pues a mayor finura y uniformidad de ella se obtienen mejores productos textiles (Fernández Baca, 1991).

En la lana y fibras especiales, como la de alpaca la medida tradicional de finura es el diámetro medio, obtenida por micrometría, asumiendo como diámetro el ancho entre los bordes de la imagen longitudinal de la fibra supuestamente cilíndrica. Las fibras de alpaca y llama no tienen sección transversal circular, sino irregular, ovalada, triangular o arriñonada. Para los fines de este trabajo se refiere como finura el diámetro medio en micras. La determinación del diámetro de la fibra de alpaca se realiza en forma práctica y rápida por medios visuales y al tacto y usando equipo de laboratorio como el microproyector o Laserscan (Carpio, 1991).

El diámetro en todas las fibras naturales esta sujeta a variación, la misma que depende de las características genéticas y del medio ambiente de donde provienen. De tal manera, existen muchos factores que condicionan la variación del diámetro, tales como la raza ,la edad, el sexo y el color del vellón (Calle, 1982).

2.8.2.2. Factores que tienen influencia sobre el diámetro de la fibra

Raza

En ovinos cada una de las razas posee un diámetro característico que va desde las mas gruesas hasta las mas finas, siendo la raza merino y sus variantes las únicas productoras de lana fina. En alpacas aun no se ha determinado el tipo de raza con diámetro mas fino, solo se ha establecido que en la raza suri el diámetro promedio es de 26.8 micras y de 27.7 micras en la raza huacaya (Von Bergen, 1963).

Cuadro 1: Diferencias comparativas en la calidad de vellón entre razas de alpacas

CARACTERISTICA	SURI	HUACAYA	Otras Ovino
Finura	26.8u	27.7u	30 - 28 u
Elasticidad	+++	++++	++
Resistencia	+++	++++	+
Suavidad	+++	++	
Poder fieltrante	++	+++	++++
Mecha	14.1 cm.	10.4 cm.	
Peso Vellón	3.91 lbs	3.80 lbs	

Fuente: Calle (1982).

Edad

La edad influye en el diámetro de fibra, a mayor edad se incrementa el diámetro (Charcas *et al.*,2000). Estos cambios son consecuencia de la disminución de la actividad de los folículos secundarios al aumentar la edad del animal (Chambilla, 1983) y de procesos de estiramiento de la piel por el desarrollo corporal del animal (Sumari, 1986). En camélidos como la alpaca a medida que avanza la edad aumenta el diámetro de fibra es decir se engrosa, sin embargo, en llamas la tendencia de incremento de diámetro es mayor que en alpacas (Trejo,1986; Calle, 1982; Flores, 1979, Hilari, 1985).

Sexo

En forma general el sexo no influye en las características físicas del vellón de alpaca (Flores, 1979; Alvarez, 1981). De acuerdo a estudios realizados en especies productoras de fibra como la alpaca no existe diferencia significativa para el factor sexo, lo que indica que tanto machos como hembras tienen similar finura de fibra (Sumari, 1986; Charcas *et al.*, 2000).

Color de vellón

El color del vellón también influye en el diámetro de la fibra. Alpacas tuis de color blanco presentan menores diámetros de fibra (20.7 micras) que las alpacas de color. Dentro de las alpacas de color, la de color gris es la que presenta menor diámetro de fibra (20.9 micras) con respecto a la de color negro (21.9micras), (Rodríguez, 2000; Charcas *et al.*, 2000). Asimismo, en animales adultos el menor promedio de diámetro corresponde a las alpacas de color blanco (24.22 micras) seguido del color café (24.44 micras) y el de mayor diámetro correspondió al color LF con 26.81 micras (Trejo,1986).

2.8.3 .Variabilidad en el diámetro de fibra

Las fibras animales presentan variaciones de diámetro que hace diferentes entre sí a los individuos de una misma raza, variaciones que se distinguen entre las zonas del cuerpo, entre fibras y mas aún a lo largo de la longitud de la fibra (Calle,1982; Trejo, 1986). La variabilidad del diámetro a lo largo de una fibra aumenta en proporción al diámetro de la fibra. Las fibras finas o de menor diámetro son usualmente más uniformes (Carpio, 1991; Villarroel, 1963). La uniformidad es evaluada a través del diámetro medio y se expresa en la desviación estándar y el coeficiente de variación de la fibra (Trejo, 1986). Esta variabilidad se produce por acción combinada de los factores de la herencia y ambientales como alimentación, edad, sexo, clima, por consiguiente la variabilidad del diámetro de fibra depende de factores genéticos y del medio ambiente, por lo mismo controlable por el hombre dentro de ciertos límites (Carpio, 1991; Calle, 1982).

En general el vellón de la raza suri es más uniforme que el de la raza huacaya. En el vellón del huacaya es frecuente encontrar en una determinada mecha, un número

variable de pelos gruesos (mayor a 40 micras), por lo que el coeficiente de variación de finura es elevado. Por el contrario, las mechas del vellón suri son más uniformes, siendo menor el coeficiente de variabilidad de finura (Sumar, 1998). El diámetro de fibra de la raza suri es más homogénea que en la raza huacaya y tiende a ordenarse ligeramente por lo que se afirma que la fibra de la raza suri es más fina que la de la raza huacaya (Maccagno 1932 citado por Rivera, 1987).

La variación de la desviación estándar en 1mm incrementa el promedio del diámetro en 1,5mm y con bajos coeficientes de variación los vellones de alpaca presentan en general bajas finuras (26.87 mm, 18 -19%) con valores intermedios los vellones presentan mayor finura (22.87 mm, 26 -27%) y con mayores valores los vellones tienen finuras intermedias (24.35 mm mayor a 32%), (Ayala *et al.*, 2005). El conocimiento de estas relaciones tiene relevancia en la industria textil de alpaca a fin de evaluar la uniformidad del diámetro de fibra, para lo cual se considera que una reducción del 5% del coeficiente de variación equivale a una micra en el rendimiento del hilado (Mueller, 1999).

2.8.4 Influencia de la curvatura de la fibra sobre el promedio del diámetro

La curvatura de la fibra es la medición de los grados de la curva de 1mm de corte de fibra que describe sobre un espacio de superficie (Ayala, *et al.*, 2000). Recientes estudios han demostrado la importancia textil y la implicancia económica de la curvatura de las lanas Australianas como indicador de lotes finos, mediante asociación del promedio del diámetro de la lana con la curvatura en lotes comerciales de lana (Fish *et al.*, 1999). Asimismo, la curvatura de la fibra de los camélidos, como de la vicuña señalan que para un promedio de diámetro de fibra de 13 micras corresponde un valor medio de 88 grados y para la fibra baby alpaca un valor medio de 54.18 grados (Safley, 2005). Esta información es similar a la observada en lanas, por consiguiente el futuro control de productividad debe considerar esta variable como un indicador de finura de vellones de los camélidos especialmente vicuña y alpaca (Ayala, *et al.*, 2005; Fish *et al.*, 1999). El promedio del diámetro de fibra está asociado negativamente con el promedio de la curvatura, razón por la cual al incrementarse el promedio de curvatura, los vellones experimentan una disminución del promedio del diámetro (Ayala, *et al.*, 2005).

2.9. NOMENCLATURA Y CLASIFICACION DE LA FIBRA DE ALPACA

La fibra de alpaca como materia prima tiene una finura media de 28 micras, siendo posible distinguir lotes tan finos como de 25 micras, denominados fibra *baby alpaca* y lotes gruesos de 30 micras de diámetro, que indican que las alpacas tienen fibras de finura variable (Fernández Baca, 1991). La fibra más cotizada en el mercado es la baby alpaca que es producto de una esquila temprana aproximadamente a los 8 meses de edad del animal (Pizarro, 1999).

El vellón de la alpaca presenta una finura muy irregular o desuniforme, porque tiene porciones mas finas que otras; esto hace que la clasificación deba hacerse teniendo ciertas consideraciones. La fibra de alpaca se clasifica en tipos de acuerdo a la raza, finura, color y longitud (Fernández Baca, 1991).

Cuadro 2: Clasificación de la fibra de Alpaca

Raza	H= Huacaya S= Suri			
	Finura			
Simbolos	Limites de diámetro medio (micras)	Calidad		D.S.U.
XT	Menos de 22.00	Extra FINA	Fibra Baby 1ra Esquila	6.6
T X	22.0 a 24.99	FINA ADULTO FINO	TUI	6.6 7.7
AA	25.00 a 29.00	MEDIA		
A	30 .00 a 36.00	GRUESA		10.7
SKC	Mayor de 30.00	Bragas		variable
LP	Mayor de 30.00	Pedazos		variable

Fuente: Carpio (1991).

2.10 .ESTRUCTURA FISICA DE LA FIBRA :

Las fibras animales presentan tres componentes morfológicos:

Cutícula: Es la capa externa de la fibra integrada por un plano de células poligonales planas queratinizadas, cuyos bordes libres se superponen a manera de escamas de un pez (Leeson *et al.*, 1990). Las escamas de la fibra son de márgenes suaves, ordenadas en forma semicoronal semejante a las del ovino y al parecer unidas con notable

resistencia por una membrana finísima que le permite cumplir el papel de proteger a las células de la capa cortical, que constituye el cuerpo de la fibra (Fernández Baca, 1991; Carpio, 1991; Villaroel, 1963).

La diferencia existente en las propiedades de fricción entre la fibra de raza suri y huacaya están asociadas con las características corticales y consecuentemente con el modelo de escama de la fibra. De modo general, la fibra de alpaca suri se caracteriza por presentar una superficie suave en la capa externa de la cutícula, mientras que las fibras de alpaca huacaya presentan una superficie algo más áspera o irregular (Fernández Baca, 1991; Villaroel, 1963). Microscópicamente el número promedio de escamas por 100 micras de longitud es de 9.7 cuyo rango varía de 7 a 13 en la raza huacaya y de 7 a 15 en la raza suri (Bustinza, 2001; Von Bergen, 1963).

De la misma manera en que ocurre la variabilidad de finura dentro de una mecha, existe una marcada variación de formas de escamas entre la fibra de una mecha dada. Se puede establecer de modo general, que a medida que el diámetro de la fibra es menor o a medida que el diámetro dentro de la longitud de una misma fibra se reduce, la escama correspondiente se torna semicoronal o coronal. Por otro lado, a medida que la fibra se torna más gruesa las escamas son mas pequeñas y sus márgenes mas irregulares y próximos (Villaroel, 1963)

Corteza: se encuentra debajo de las escamas cuticulares, constituyendo el cuerpo de la fibra y esta formada por células aplanadas queratinizadas muy compactas y alargadas paralelas al axis de la fibra (Carpio, 1991; Calhoun, 1986; Leyva, 1979).

En la alpaca, la corteza conforma una parte variable de toda la masa de la fibra en proporción creciente a medida que el diámetro de la fibra decrece. Así tenemos que existen fibras finas que en su estructura sólo presentan cutícula y corteza, en estos casos, las células corticales forman mas del 90% de la masa total de la fibra. Por otro lado, existen fibras muy gruesas donde se distinguen claramente la cutícula, corteza y médula, en estos casos la corteza comprende menos del 50% de la masa total de la fibra (Carpio, 1991; Villaroel, 1963). Entre ambos extremos, existe una amplia gama de fibras intermedias en relación a la proporción de la corteza. Por consiguiente, la proporción de

la corteza depende de la medulación de la fibra (Villaroel, 1963), es decir a medida que la fibra disminuya en diámetro la corteza ocupará mayor volumen y cuando el diámetro se incrementa la sección de la corteza también se incrementa (Trejo 1986; Leyva 1979).

Médula: forma las paredes internas de la fibra y esta conformada por células cúbicas o aplanadas no totalmente queratinizadas, dispuestas en pocas hileras (Slobodan y Snezana, 1998). Arquitecturalmente es un tejido vacío, con paredes de células llenas de aire (Von Bergen, 1963). Se ha establecido una clasificación de la medulación de fibras animales según su apariencia a la observación microscópica, tanto en forma longitudinal como transversal (Villaroel, 1963). Esta clasificación es aplicable casi en la totalidad de la fibra de la alpaca, distinguiéndose:

Fibra no medulada (15 a 20 μm de diámetro)

Fibra con médula fragmentada (20 a 30 μm diámetro)

Fibra con médula interrumpida (mayor a 30 μm diámetro)

Fibras con médula continua de amplitud media (40 μm diámetro)

Fibras con médula sólida y amplia (60 μm diámetro)

A la observación transversal la médula de la fibra de alpaca aparece como una demarcación central oscura de forma variable (Villaroel, 1963). A medida que aumenta el diámetro de la fibra la médula se torna continua, mas amplia e irregular a lo largo de su longitud, siendo mas amplia y sólida en fibras cuya sección transversal es ovoide arriñonada o triangular (Leyva 1979; Villaroel, 1963). Fibras muy gruesas poseen médula continua y muy amplia, estas fibras tienen una sección transversal elíptica y pueden ser arriñonadas amplias o estrechas y la sección de la médula se observa en doble T. Las fibras gruesas usualmente tienen médula continua, sólida y de gran tamaño, que presentan una sección transversal de forma arriñonada, triangular y en casos extremos la médula puede optar la forma de una S ó T (Villaroel, 1963).

La sección circular de la fibra se asocia siempre a una fibra fina de menor diámetro, lo que presupone una medula fragmentada y de sección también circular. (Carpio, 1991). La correlación que existe entre finura, circularidad y medulación de la fibra del ovino es casi enteramente aplicable a la fibra de la alpaca, sin embargo la fibra de la alpaca es altamente medulada (Von Bergen, 1963). Las fibras finas de la alpaca al ser

fibras circulares transversalmente no deberían tener médula o tenerla en poca proporción, sin embargo el porcentaje de medulación es bastante elevado (Calle, 1982;; Leyva, 1979; Brioso,1969; Machuca, 1969). Esta medulación varia de forma y tamaño según el diámetro, la fibra gruesa posee médula amplia y continua mientras que la fibra fina tiene médula fragmentada y la fibra extrafina no posee médula (Pizarro, 1999).

Las diferencias de medulación, entre las fibras de las razas suri y huacaya, son difíciles de establecer, sin embargo se ha demostrado que fibras finas de la raza suri (de menos de 25micras) muestran mayor medulación que las fibras de raza huacaya de similar finura. Tanto las fibras gruesas como las fibras de finura media de ambas razas muestran menos elongación en el sentido del diámetro mayor (Villaroel, 1963)

Influencia de la medulación en el diámetro de fibra

La medulación de la fibra de alpaca, a lo largo de una misma fibra, sigue en forma estrecha a la variación del diámetro de la misma (Villaroel, 1963). Estudios realizados en fibra de vicuña con respecto al grado de medulación de las fibras finas indican que el 1,5% de ellas, presento medulación de tipo continua y un 3% de las mismas, medulación de tipo fragmentada haciendo un porcentaje de medulación de poca consideración. Asimismo el porcentaje de fibras gruesas representa el 2% del total del vellón (Solari, 1981). Por otro lado muchas de las fibras finas con menos de 18 micras de diámetro son no meduladas (Fowler, 1989) y sobre las 30 micras poseen medulas interrumpidas o fragmentadas (Von Bergen, 1963). De manera similar en alpacas la fibra medulada primaria, cuyo diámetro mide 23.84 micras se descompone en fibra medulada fragmentada y fibra medulada continua y en casos extremos la médula puede ocupar el 60 % del volumen total de la fibra (Antonini *et al.*,2005; Leyva, 1979).

De acuerdo ala industria textil, la médula en la fibra es indeseable debido a que además de significar un fibra gruesa y quebradiza provoca problemas de tinción, pues existe menos corteza que absorba la tinta entonces debemos prescindir para los fines textiles o de mejoramiento de la fibra medulada, aunque para la elaboración de otros tejidos este carácter es ventajoso.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó durante los meses de julio y octubre del año 2005 en la Granja de Camélidos La Raya de la Estación Experimental IVITA - Maranganí, que se encuentra ubicada a una altitud de 4,200 msnm, en el distrito de Maranganí, Provincia de Canchis, Departamento de Cuzco .

3.2. ANIMALES Y TAMAÑO MUÉSTREAL

Se emplearon 21 crías de alpacas de raza huacaya y 21 crías de alpacas de raza suri entre machos y hembras de aproximadamente 6 a 10 meses de edad, previamente identificadas y de diferentes colores.

Para determinar el tamaño muestral se utilizó la fórmula de Diferencia de Medias.

$$n = \left[\frac{(Z(a) + Z(b)) \cdot SD}{m1 - m2} \right]^2$$

donde: n = número de animales

Z (a) = 1,96 valor de 95% de confianza

Z (b) = 1,65 Valor para el 90% de potencia de la prueba

S.D = 2.63 desviación estándar (Gaitán, 1967)

m1 = 7.18 relación folicular en la raza huacaya (Gaitán, 1967)

m2 = 4.94 relación folicular en la raza suri (Tapia, C.M. 1969)

3.3. MATERIALES

Materiales para recolección y conservación de muestras

- sacabocados de 6 mm. de diámetro
- pinzas simples
- frascos de vidrio y plástico
- formol al 15%
- marcadores indelebles
- hojas de bisturí
- antiséptico

Materiales para procesamiento de muestras .

- Alcohol de 80%
- Alcohol de 90%
- Alcohol absoluto
- Xilol
- Parafina en escamas
- Guantes quirúrgicos
- Láminas cubre y portaobjetos
- Coloración H y E
- Micrótopo
- Agua destilada

Material fotográfico

- Cámara digital Sony 3,2 megapíxeles

Materiales para Análisis de muestras

- Microscopio óptico binocular Nikon
- Retinal cuadrangular milimetrado
- Reglilla micrométrica
- Sirolan Laserscan

3.4 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

3.4.1. Recolección de muestras

El muestreo de la piel y de la fibra de alpaca fue realizado en forma individual en la zona del costillar medio. Las muestras de fibra se obtuvieron por medio de una tijera cortando cuidadosamente una porción del vellón que corresponde a la región anteriormente mencionada. Posteriormente se obtuvo de la misma zona, las muestras de

piel mediante cortes de forma circular empleando un sacabocado de 6mm. de diámetro denominado instrumento de biopsia de piel (biopsy punch).

Las muestras de fibra fueron convenientemente identificadas y colocadas en bolsas de polietileno mientras que las biopsias de piel recolectadas fueron colocadas en un frasco rotulado que permita su identificación conteniendo una solución fijadora de formol al 15%.

3.4.2. Procesamiento histológico

Las biopsias de piel fueron trasladadas al Laboratorio de Histología, Embriología y Patología Veterinaria de la Facultad de Medicina Veterinaria de la UNMSM para su procesamiento de acuerdo a la siguiente secuencia:

- Reducción: Las muestras de piel fueron reducidas y separadas en dos sub muestras, un corte transversal y uno longitudinal, los que se sometieron a proceso histológico convencional.
- Deshidratación: las muestras de piel fijadas fueron lavadas en agua durante 10 minutos. Posteriormente las muestras fueron puestas en alcohol al 80% en un baño de una hora, después pasó a alcohol al 95% en dos baños de una hora cada uno, y por último a alcohol al 100% en tres baños de una hora cada uno con la finalidad de eliminar el agua de los tejidos.
- Aclaración en un disolvente de la parafina, obtenida mediante la eliminación del alcohol por reemplazo con el xilol, en tres baños de una hora cada uno, a fin de que la muestra se haga transparente.
- Impregnación e Inclusión en parafina, una vez que la muestra sale del aclaramiento, se colocó en una estufa en baño de maría a 60°C, pasando por dos baños de 1 hora cada uno para su posterior inclusión definitiva en tacos o bloques de parafina, donde se dejó enfriar hasta que se solidificó.
- Corte de los bloques, se efectuaron en el micrótopo a un espesor de 6 micras.
- Montaje en láminas, se colocó en líquido atemperado para extender las secciones de cortes, siendo recogidos en las láminas porta objeto, pasando finalmente al secador de láminas durante 2 horas a 45°C de temperatura.

- Desparafinado, se utilizó baños de Xilol y alcohol en concentraciones descendentes (100%, 95%, 80%) con una duración de 5 minutos en cada etapa.
- Coloración, se realizó con Hematoxilina y Eosina.
- Montaje definitivo con la laminilla cubre objeto con bálsamo de cana y posterior secado en plancha.

3.4.3. Evaluación Microscópica.

Para la determinación de la estructura y número de los grupos foliculares se identificó los nidos foliculares, tomándose en cuenta prioritariamente los grupos foliculares completos. Paralelamente se determinó la cantidad de folículos primarios y secundarios de cada grupo folicular (Copana, *et al.*; 2000). Para su conteo se utilizó un microscopio óptico binocular a una magnificación de 100X y para delimitar el campo de conteo se utilizó un lente cuadrangular de 5 x 5 de lado, insertado en uno de los oculares del microscopio, que representa un área de 0,2704 mm², determinada por una reglilla micrométrica de 1mm. Las muestras de piel se cuantificaron al microscopio sobre 3 campos diferentes delimitadas siempre por el área calibrada para luego hallar el promedio representativo de la muestra de cada animal.

Determinación de la relación folicular

La relación folicular S/P se calculó mediante el promedio luego de dividir el número de folículos secundarios por el número de folículos primarios de cada uno de los tres campos de 0,2704 mm² a una magnificación de 100X.

3.4.4. Evaluación de las muestras de fibra

Las muestras de fibra de crías de alpaca de ambas razas fueron llevadas al Laboratorio de fibras textiles de la facultad de Zootecnia de la UNALM, para realizar la medida del diámetro medio (DMF) de cada una de ellas, a través del analizador del diámetro de fibra Sirolan-Laserscan, adoptado por el comité técnico de la internacional Wool Textile Organization (IWTO-98) a fin de determinar el promedio del diámetro de cada una de las razas y se comparó con los resultados obtenidos entre

las dos razas, para determinar cual es la raza que produce la fibra más fina con relación a la mayor proporción de folículos secundarios sobre primario.

3.5. ANALISIS ESTADISTICOS

Para determinar el promedio y las dispersiones de los parámetros foliculares se utilizaron las medidas estadísticas descriptivas, empleando la media aritmética como medida de tendencia central y la desviación estándar como medida de dispersión.

Para hallar diferencias por efecto de sexo y raza para la relación folicular S/P y para diámetro de fibra se evaluó usando la prueba de T- Student para muestras independientes con nivel de significancia de 0.05.

Para determinar la relación entre relación folicular S/P con el diámetro de fibra y la relación entre el porcentaje de medulación de fibras secundarias con el diámetro de fibra en cada una de las razas se utilizo la prueba de correlación simple .

Para determinar el efecto de la relación folicular S/P y de la raza sobre el diámetro de fibra se utilizó un modelo de regresión lineal múltiple. Los resultados fueron analizados a través del paquete estadístico STATA Corp. Versión 8,0.

IV. RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN HISTOLÓGICA

La sección longitudinal evidencia que los folículos pilosos suelen estar colocados oblicuamente en un ángulo de 30 a 60 grados con respecto a la superficie de la piel. La emergencia de los folículos hacia la superficie en esta especie es muy singular, ya que varios folículos secundarios medulados y no medulados más un folículo primario, emergen a la superficie por un mismo orificio, mientras que los folículos primarios de mayor profundidad, emergen en forma individual (*Fig. 1*).

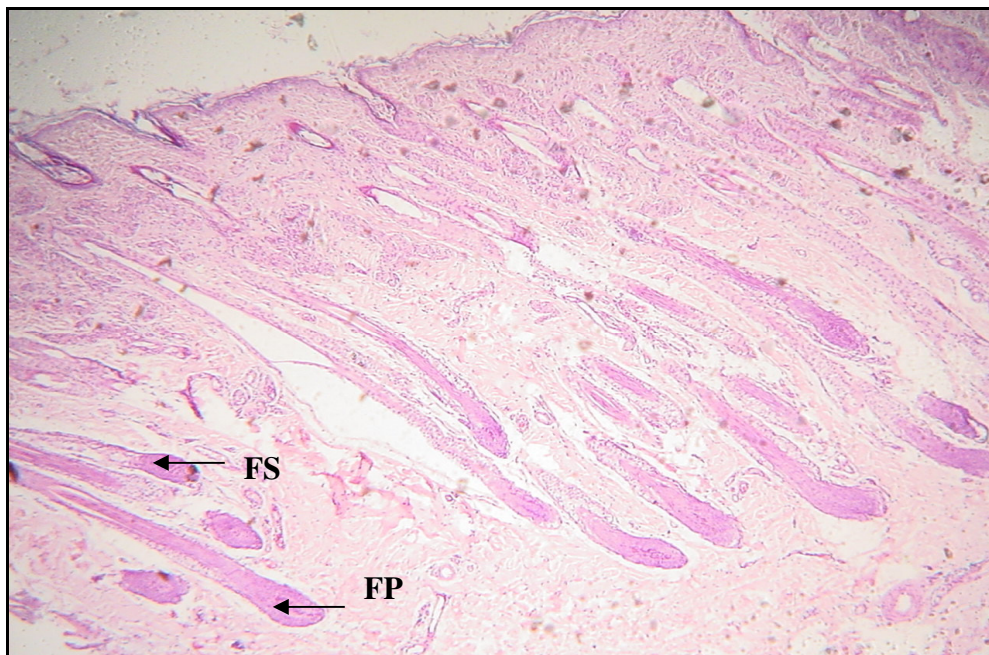


Figura 1: Corte transversal de la piel de alpaca . Coloración H & E 50X.
FP= Folículo primario FS= Folículo secundario

La sección de corte transversal evidencia a los folículos pilosos en su gran mayoría formando nidos foliculares (*Fig. 2*), los cuales se encuentran distribuidos en su mayor parte como grupos foliculares compuestos (GFC), y en menor proporción como grupos foliculares simples (GFS). Los primeros se encuentran conformados por folículos pilosos primarios (FP) y folículos secundarios (FS), delimitados completamente por tejido conectivo denso que se infiltra entre los FS y el FP, con un fino estroma conectivo (*Fig. 3a y 3 b*).

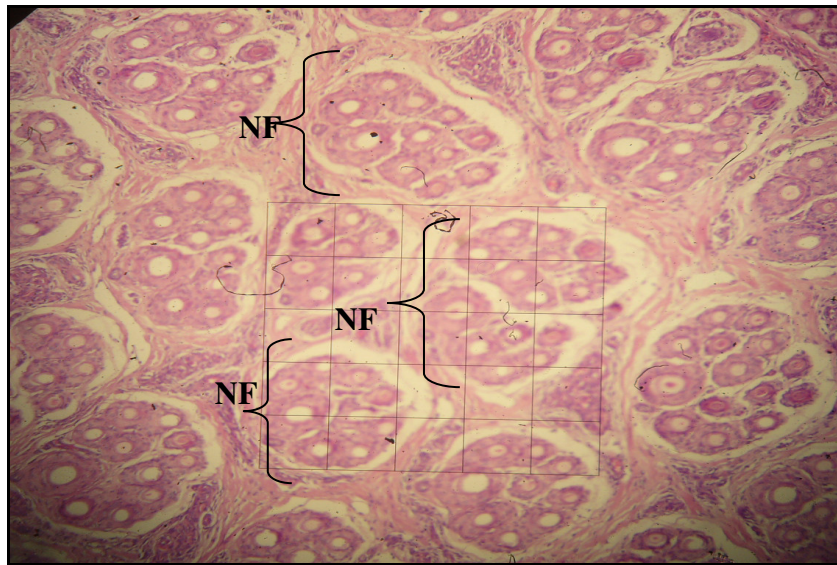


Figura 2: Distribución de los Nidos foliculares (NF) en corte longitudinal de piel de alpaca .Coloración H & E 100X

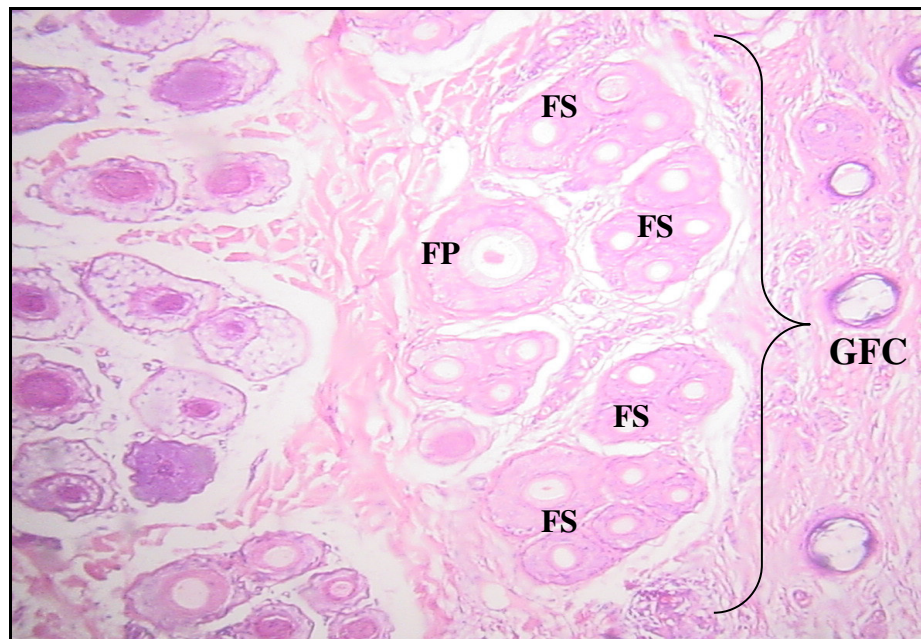


Figura 3a: Estructura del grupo folicular compuesto (GFC) en alpaca suri
FP= Folículo primario FS= Folículo secundario. Coloración H&E 100X

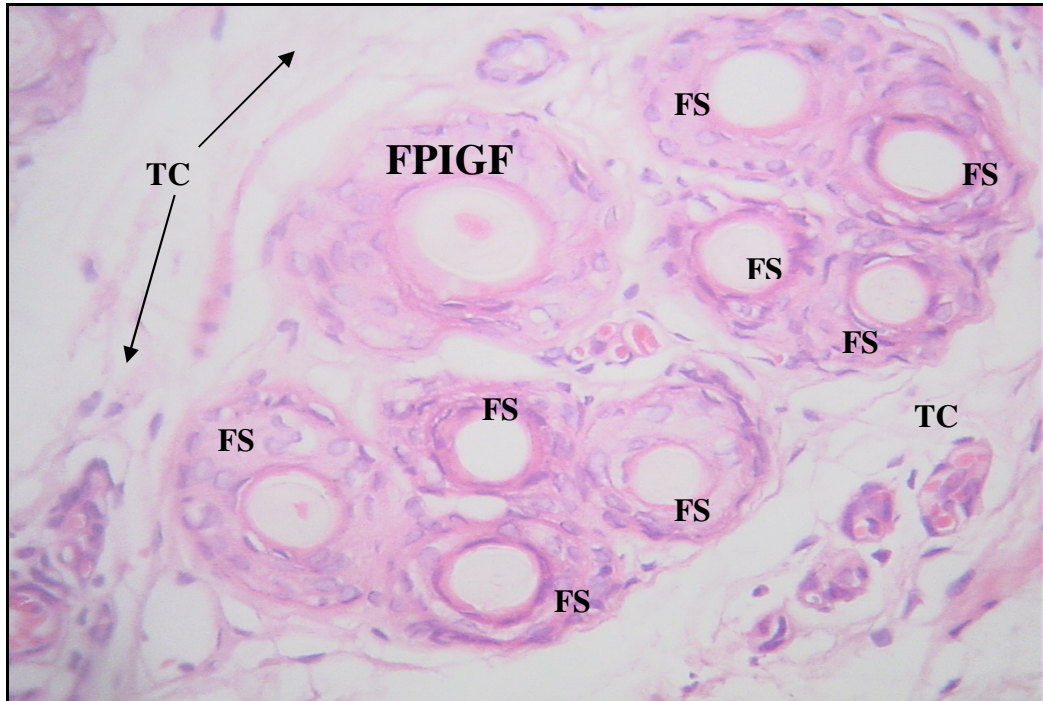


Figura 3b: Estructura predominante del grupo folicular en alpaca de raza huacaya
 FPIGF = Folículo primario intra grupo folicular FS= Folículo secundario
 TC = Tejido conectivo dérmico. Coloración H&E 400X.

En cortes de ambas razas se observa que los GFS carecen de folículos primarios, conformados solamente por FS que en la mayoría de los casos se encuentran fusionados a través de su vaina radicular externa (VRE) (Fig.4), sin embargo en la mayoría de los cortes de piel de la raza suri a diferencia de la raza huacaya los folículos secundarios se presentan asociados a una glándula sebácea lobulada.

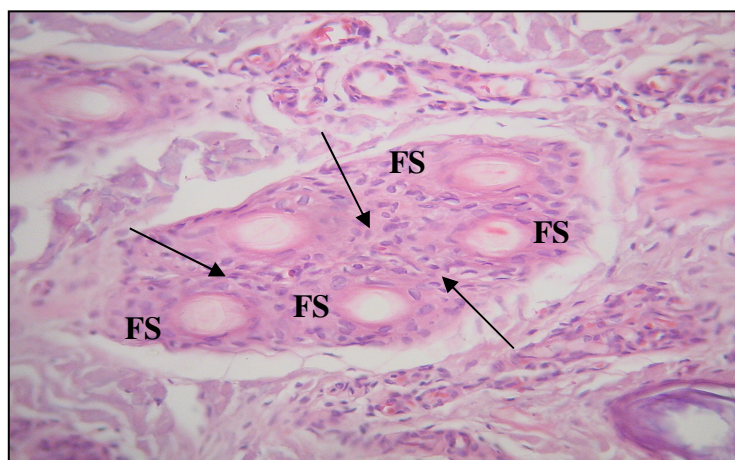


Figura 4 : Grupo folicular simple(GFS) mostrando fusión de la vaina radicular externa (VRE) (flechas) de los folículos secundarios (FS) Coloración H&E 400X

La característica histológica del folículo primario dentro de un nido folicular es que se encuentra asociado en la mayoría de los casos a una glándula sudorípara (*Fig 5*). Al folículo primario se le observa como el de mayor diámetro con respecto a los folículos secundarios, los cuales presentan un tamaño variable y frecuencia de medulación, a diferencia del folículo primario que siempre aparece con una médula de forma ovoide.

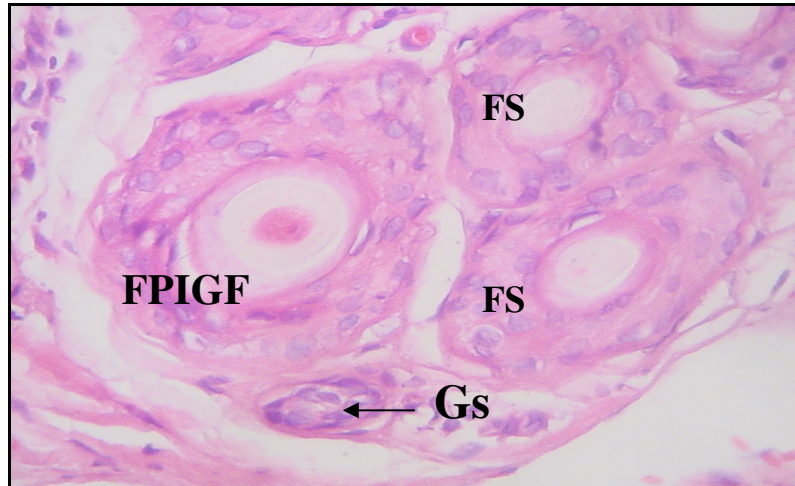


Figura 5: Diferenciación histológica del folículo primario intra grupo folicular (FPIGF) asociado a una glándula sudorípara (Gs)
FS= Folículo Secundario. Coloración H&E 400X.

En cortes de ambas razas, los FS que conforman ambas clases de grupos foliculares se encuentran en su mayoría presentando una medulación variable, caracterizado por observarse nidos heterógeneos conformado por folículos con fibra medulada y no medulada evidenciándose de manera más notoria en cortes de la raza Suri (*Fig.6*).



Figura 6: Folículos secundarios (FS) mostrando variable medulación en alpaca de raza suri . Coloración H&E 400X.

La estructura y el tamaño de los grupos foliculares compuestos, así como el tamaño del tipo de folículos que lo conforman, varía ampliamente entre las razas. Así tenemos que los GFC en alpacas están conformados predominantemente de 1 FP rodeado de un número variable de folículos secundarios, sin descartar la presencia de GFC constituidos por 2 y 3 FP (*Fig.7*), sin embargo, sólo en cortes de la raza suri se hace evidente la observación del trío folicular primario, caracterizándose por presentar un folículo primario central y dos folículos primarios laterales, los cuales presentan su propio conducto sudoríparo (*Fig. 8*).

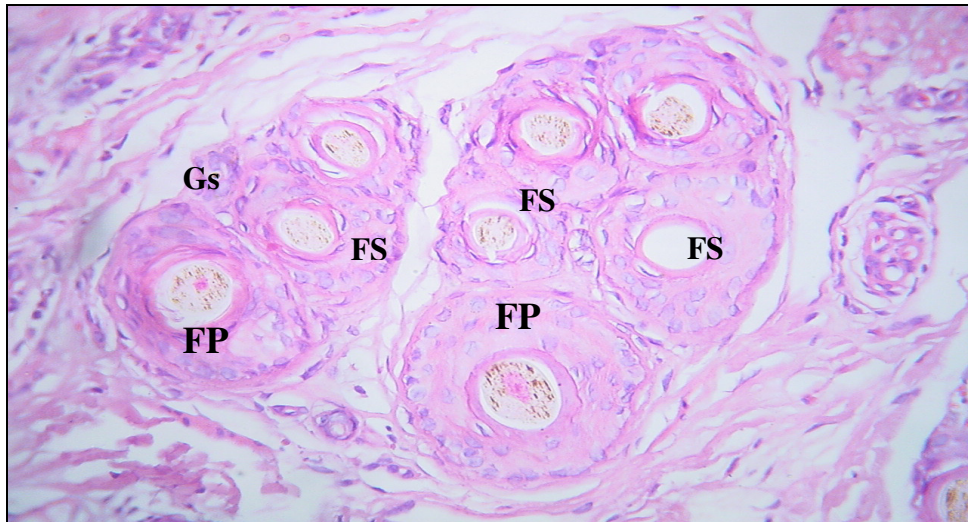


Figura 7: Doble folículo primario (FP) rodeado de varios folículos secundarios (FS) en Grupo folicular de raza huacaya Gs= Glándula sudorípara. Coloración H&E 400X

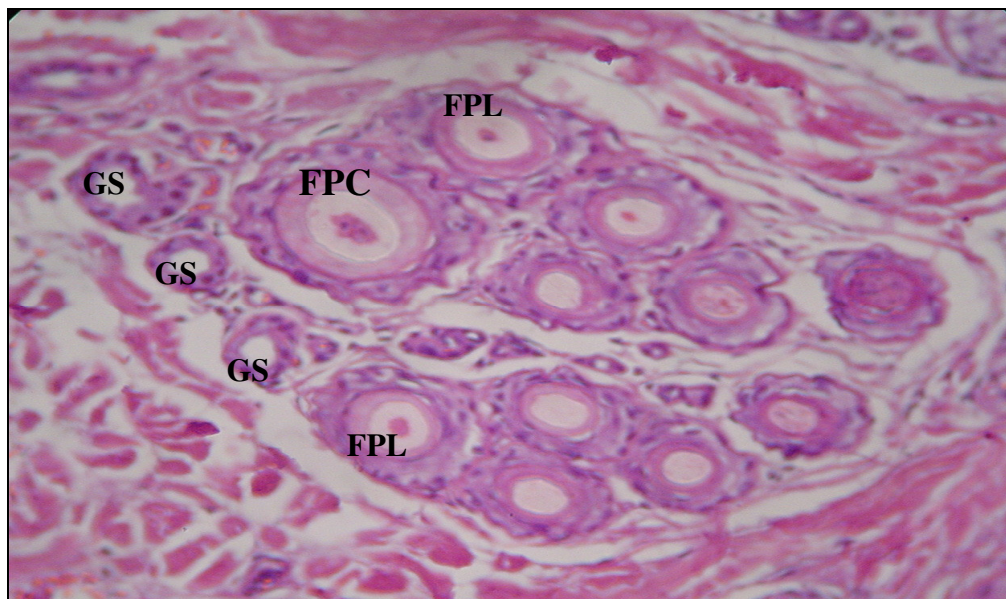


Figura 8: Trío Folicular primario en Grupo Folicular compuesto de raza suri
FPC= Folículo primario central FPL= Folículo primario lateral
Gs= Glándula sudorípara. Coloración H&E 400X.

En alpacas suri los folículos secundarios que rodean a un folículo primario dentro de un GFC, tienen un rango de variación de 3 a 20, mientras que en la raza huacaya varia de 3 a 26. Por lo consiguiente, el tamaño de los nidos foliculares es variable en ambas razas, existiendo pequeños, intermedios y grandes, estos nidos se encuentran rodeados por una cubierta de tejido conectivo denso, en donde se halla el conducto de la glándula sudorípara, arteriolas y capilares. El tejido conectivo varía en grosor dependiendo de la densidad de los nidos foliculares, es decir a mayor densidad folicular menor estroma conectivo entre nidos foliculares.

En cuanto a los folículos pilosos primarios distribuidos de manera individual fuera del GFC, en este trabajo lo denominaremos folículos primarios extra grupo folicular (FPEGF), los cuales fueron observados conteniendo una estructura radicular bien desarrollada, así como un mayor diámetro de fibra que evidencia una prominente médula eosinófila, caracteres que definen al pelo (*Fig. 09*). Estos son escasos y se encuentran en la mayoría de cortes adyacentes al nido folicular, rodeados por una vaina de raíces fibrosas de tejido conectivo.

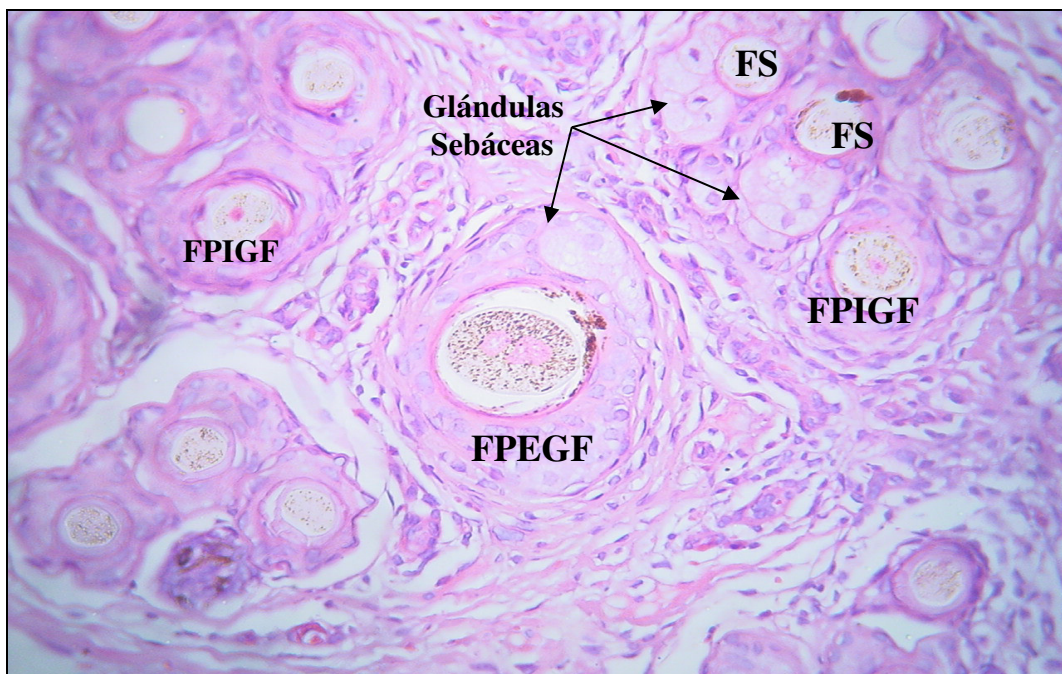


Figura 9: Distribución del folículo primario extra grupo folicular (FPEGF) Glándulas sebáceas asociadas al FPEGF y a los folículos secundarios (FS)
FPIGF = Folículo primario intra grupo folicular. Coloración H & E 400X.

Los FPEGF se presentan en ambas razas, presentando similar estructura histológica, sin embargo la diferencia radica en la diferente medulación de su fibra, pues no muestran un mismo patrón de medulación, así tenemos que en la raza huacaya la médula es mas prominente ocupando casi la mitad del diámetro de la fibra en relación a la corteza y tiene forma arriñonada (*Fig.10*) ; mientras que en la raza suri es menos prominente y la forma es ovoide.

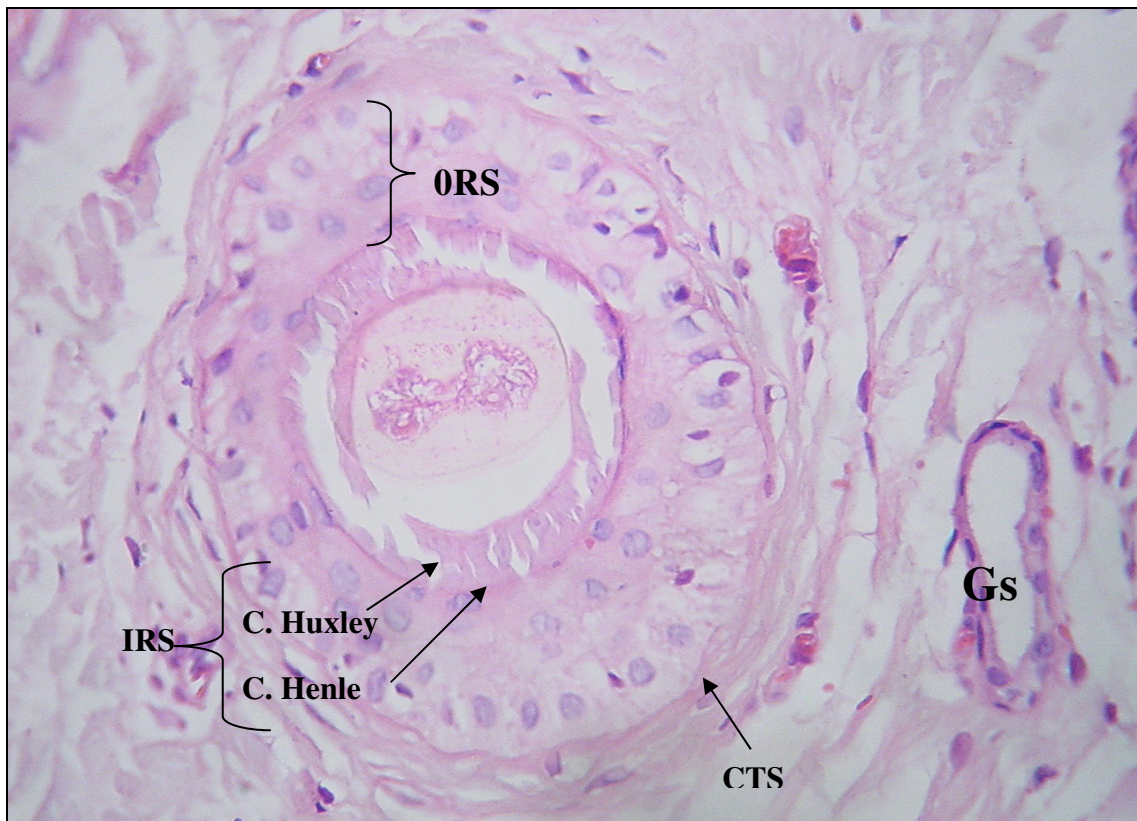


Figura 10 : Estructura del Folículo Primario extra grupo folicular (FPEGF) con su fibra medulada en raza huacaya . Coloración H&E. 400X
Vaina de la raíz interna (**IRS**) conformado por la capa de Huxley (capa Interna) y Henle (capa externa); Vaina de la raíz externa (**ORS**), Vaina de tejido conjuntivo.(**CTS**), **Gs**= Glándula sudorípara.

4.2. Relación folicular

La proporción de folículos pilosos secundarios a primarios (Relación S/P) por nido folicular dentro de un individuo y entre individuos presenta un rango de variación muy marcado en ambas razas. En general la relación folicular S/P en promedio general encontrada para crías de raza huacaya es de 13.91 en 0.2704 mm² con un rango de variación que va de 5.33 hasta 25.66 (ver apéndice 1); mientras que en la raza suri el promedio de la relación folicular S/P es de 14.5 en la misma área de piel, con un rango de variación de 8 hasta 32 (ver apéndice 2); habiéndose encontrado variaciones dentro de un mismo animal que evidenciaba diferentes tamaños del nido folicular. Así tenemos que la raza huacaya tiene una frecuencia de relación folicular S/P variable, encontrándose con mayor frecuencia relaciones de 6-1, 8-1, 3-1, 5-1, 9-1, 10-1, 11-1 y con menor frecuencia 13-1 y 18-1 por nido folicular; mientras que en la raza suri la mayor frecuencia de relación folicular S/P encontrada es de 5-1, 7-1, 4-1, 3-1, 8-1, 10-1 y con menor frecuencia, 11-1, 14-1 y 20-1 por nido folicular.

4.2.1.- Relación folicular por raza

Los valores promedios de relación folicular S/P observados en cada raza de alpaca se describen en el cuadro 3. Destacándose que el mayor coeficiente de variabilidad fue observado en la raza suri (44%) indicando una mayor presencia de grupos foliculares pilosos heterogéneos que en la raza huacaya. Se determinó que la diferencia en los valores de relación folicular S/P entre ambas razas no es estadísticamente significativa.

Cuadro 3: Comparación del parámetro de relación folicular S/P entre las crías de raza huacaya y suri

Razas	Promedio relación folicular S/P	D.S.	C.V.(%)
huacaya	13.9	4.7	33.7
suri	14.5	6.3	44

D.S = Desviación estándar

CV = Coeficiente de variabilidad

Los resultados en el cuadro 4 indican que el factor sexo no influye sobre los valores de relación folicular S/P debido a que en la raza huacaya y suri no hay diferencia estadística significativa entre el grupo de machos y hembras.

Cuadro 4: Efecto de la raza y sexo sobre la relación folicular S/P

raza	HUACAYA			SURI		
sexo	machos	hembras	total	machos	hembras	total
n	11	10	21	10	11	21
\bar{x}	13.8	14	13.9	15	14	14.5
D.S.	4.6	5.0	4.7	7.2	5.7	6.3

n = número de animales

\bar{x} = Promedio

D.S = Desviación estándar

4.3. Diámetro de la fibra:

En el cuadro 5 se presentan los valores promedio de la medida del diámetro medio de fibra (DMF) en ambas razas de alpacas. En la raza huacaya el DMF es de 20.8 micras, con una desviación estándar de 1.9 micras y un coeficiente de variabilidad de 9.0%, mientras que en la raza suri, los resultados indican un DMF de 21.4 micras con una desviación estándar de 2 micras y un coeficiente de variabilidad de 9.3%. Al hacer el análisis estadístico se pudo determinar que la diferencia en los valores de DMF entre ambas razas no es estadísticamente significativa.

Cuadro 5 : Comparación de los diámetros de fibra entre huacaya y suri

Raza .	Promedio DMF (um)	D.S.(um)	C.V.(%)
Huacaya	20.8	1.9	9.0
Suri	21.4	2.0	9.3

D.S = Desviación estándar

CV = Coeficiente de variabilidad

Asimismo no existe diferencia significativa entre la variabilidad del diámetro de fibra (C.V.) de la raza suri y la raza huacaya, aún cuando existe una amplia variación de finura entre muestras de animales de un mismo rebaño, dentro de una raza (ver apéndice 3 y 4).

Los resultados en el cuadro 6 indican que en ambas razas de alpaca no existe diferencia estadística significativa en los valores de diámetro medio de fibra entre el grupo de machos y hembras.

Cuadro 6: Efecto de la raza y sexo sobre el diámetro de fibra

raza	HUACAYA			SURI		
sexo	machos	hembras	total	machos	hembras	total
n	11	10	21	10	11	21
\bar{x}	20.7	20.8	20.8	21.3	21.4	21.4
D.S.	1.6	2.2	1.9	2.4	1.6	2.0

n = número de animales

\bar{x} = Promedio de diámetro medio de fibra

D.S = Desviación standar

4.4. Correlación entre diámetro de fibra y porcentaje de medulación de fibras secundarias

Al realizar el análisis de correlación se observa que el diámetro de fibra tiene una correlación positiva con el porcentaje de medulación de fibras secundarias en ambas razas de alpaca, la misma que tuvo un valor de ($r = + 0.55$) para las crías de raza huacaya y de ($r = + 0.73$) para las de raza suri.

4.5. Correlación entre relación folicular y diámetro de fibra

Al realizar el análisis de correlación se observa que la relación folicular S /P tiene una correlación negativa con el diámetro de fibra en ambas razas de alpaca ($r = -0.72$) la misma que tuvo un valor de ($r = -0.73$) para la raza huacaya y de ($r = -0.75$) para la raza suri, lo que significa que a mayor relación folicular se presenta un menor diámetro de fibra y viceversa .

4.6. Análisis de Regresión Lineal Múltiple

La ecuación final de la Regresión Lineal Múltiple fue:

$$Y = 23.7 - 0.26 X_1 + 0.72 X_2$$

Donde:

Y = Diámetro de fibra

B₀ = Constante

B₁ = Relación folicular S/P

B₂ = Raza (huacaya = 1 ; suri = 2)

Los resultados indican que el diámetro de fibra disminuye significativamente en 0.26 micras cuando la relación folicular S/P aumenta en una unidad, controlado por el efecto de la raza (P > 0.05). No se observó una diferencia significativa en el diámetro de la fibra por raza (ver apéndice 7).

V. DISCUSIÓN

Distribución de los folículos en piel

Nuestro estudio histológico de la piel evidenció la presencia de dos clases de folículo primario, el folículo primario extra grupo folicular (FPEGF) y el folículo primario intra grupo folicular (FPIGF). El primero de ellos con una distribución en la piel de crías de alpaca, de manera similar a lo descrito por Rodríguez *et al.*, (1985) en alpacas adultas y Mamani, (1988) en fetos de alpacas, así como a lo descrito en llamas por Atlee, *et al.*, (1997) y Chambilla, (1983); mientras otros autores como Tapia, I.M. (1977); Gaitán, (1967); Tapia, C.M. (1969) no evidenciaron estas estructuras en alpacas adultas, que se presentan como grandes folículos primarios solitarios de amplio diámetro, superficie de corte ovoide y alejados del nido folicular, sin embargo no lo identificaron como tal a diferencia de este estudio donde establecemos su presencia y que además estas originan el pelo, aunque se encuentra en menor proporción en los distintos cortes de tejido en ambas razas.

En cuanto a la presencia de medulación del pelo originado de un FPEGF de las alpacas, en este trabajo se demuestra un patrón de medulación diferente en relación a la forma y diámetro de lo reportado en llamas por Chambilla, (1983) y en alpacas por Rodríguez *et al.*, (1985) quienes encontraron generalmente formas medulares en hélice incompleta y trébol. Pero en relación a la presencia medular coincide con Fowler, (1989) para los camélidos sudamericanos. En cuanto al diámetro medular del pelo de la alpaca es semejante a lo señalado por Rodríguez *et al.*, (1985) quienes sostienen que es más pequeño en comparación con el de la llama, lo cual evidenciaría lo señalado por Fowler, (1989) acerca de que pelos primarios grandes se encuentran ausentes en alpacas. Estos hallazgos confirmarían una superior calidad del pelaje de la alpaca en el sentido de poseer en la mayoría de los casos solo una de las capas de vellón, compuestas

de fibras finas y ausentes de pelos gruesos, en comparación de las dos capas descritas para otros camélidos como la llama. Asimismo el FPEGF, conforma un folículo piloso simple y se halla completamente diferenciado además de su tamaño y diámetro folicular por encontrarse asociado con estructuras glandulares que pueden ser sebáceas o sudoríparas, coincidiendo con lo descrito en llamas por Chambilla, (1983) lo cual demuestra que la piel de las alpacas tiene un patrón estructural con relación a las glándulas anexas semejante al de las llamas.

La distribución del folículo compuesto descrita por Calhoun, (1986) en carnívoros domésticos como arreglos de un folículo primario simple rodeado por varios folículos secundarios no coincide con lo observado en este trabajo, donde el folículo simple conformado por el FPEGF se encuentra en la periferie del folículo compuesto, el cual esta conformado por folículos primarios intra grupo foliculares (FPIGF) y folículos secundarios, lo que sin embargo coincide de manera similar a lo descrito para otros camélidos como la llama por Atlee, *et al.*, (1997). Asimismo la evidencia de folículos compuestos que carecen de folículos primarios por lo que están conformados solo por folículos secundarios coincide de manera similar a lo descrito en camellos por Lee, (1962) y por Copana *et al*, (2000) quienes en estudios sobre crías de llamas encontraron grupos foliculares sin presencia de folículos primarios, representando un porcentaje pequeño con respecto a la totalidad de grupos foliculares. Sin embargo, para términos de mejor definición histológica debido a que en el presente trabajo hemos determinado que los grupos foliculares también están conformados sólo por folículos secundarios, creemos conveniente la denominación de “grupos foliculares simples”. Otros estudios realizados en alpacas adultas por Tapia, C.M. (1969); Gaitán (1967); Tapia, I.M.(1977), no mencionan sobre la existencia de grupos foliculares carentes de folículos primarios. Esta diversa distribución y asociación de los folículos pilosos nos permite establecer la presencia del Complejo Folicular Piloso en las alpacas.

Grupo folicular

Con respecto al tamaño de los grupos foliculares estos varían grandemente en ambas razas de alpaca , habiéndose encontrado animales que presentan grupos pequeños constituidos por un número no mayor de 4 folículos entre primarios y secundarios, los cuales al evaluar el diámetro de su fibra presentan una fibra mas gruesa, esto coincide

con lo señalado en ovinos por Carter y Clarke, (1957) quienes además de afirmar que la estructura y tamaño de los grupos foliculares varía ampliamente entre razas, sugieren que dependiendo del tamaño del grupo existen variaciones en el diámetro de su fibra.

Con respecto a la conformación del grupo folicular, la mayoría de ellos están conformados por un primario y un número variable de secundarios en ambas razas de alpacas, esto coincide con Tapia, C.M.(1969); Gaitán, (1967) y Tapia, I.M.(1977), sin embargo el haber encontrado la presencia del trío folicular primario solamente en cortes de la raza suri a diferencia de la raza huacaya como parte de un grupo folicular coincide con Copana *et al.*,(2000) y Frank, *et al.*,(2006), quienes reportan este mismo hallazgo en diferentes edades en llamas, lo mismo que en cabras por Henderson y Sabine, (1991) y Calhoun, (1986) quienes señalan que los grupos foliculares presentan hasta 3 folículos primarios y un número variable de folículos secundarios. Similar conformación fue descrita pero como un patrón constante de los grupos foliculares por Carter y Clarke, (1957) para ovinos merinos australianos. Sin embargo, la característica histológica del trío folicular primario en cortes de la raza suri difiere con lo descrito para los ovinos por Rogers, (2006), quién señala que el agrupamiento de los folículos primarios dentro del grupo folicular en trío, además de presentar el mismo tamaño de diámetro esta acompañado de una glándula sebácea multilobulada para cada uno de ellos, lo cual no se evidencia en este estudio, solamente se puede apreciar que cada folículo primario del denominado trío se presenta asociado a un conducto sudoríparo, así mismo siempre el folículo primario central presenta un mayor diámetro que los primarios laterales, esto coincide con lo descrito para llamas argentinas de doble capa por Frank, *et al.*,(2006).

Con respecto a la localización del trío folicular primario coincide con lo señalado por Tapia, C.M.(1969) también en alpacas tuis suri de un año de edad, donde se evidenció en la región del costillar y grupa pero difiere con Gaytán, (1967) quien en la raza huacaya lo reporta solo en la región de la espalda.

Con respecto al número de folículos secundarios que acompañan al primario, estos varían grandemente dependiendo de la raza. Así la raza huacaya presenta un rango de variación de 3 hasta 26 folículos secundarios por cada primario, esto difiere a lo

encontrado por Gaitán, (1967) quien señala hasta un rango de 3 a 14 folículos secundarios por cada primario. Mientras que en la raza suri el rango de variación es de 3 hasta 20 folículos secundarios por cada primario, lo que tampoco se asemeja a lo encontrado por Tapia, C.M.(1969) quien señala de 2 a 17 secundarios por cada primario. Estos resultados en ambas razas de alpacas difieren a lo descrito en llamas por Chambilla, (1983) quien determina un rango de variación de 3 a 10 folículos secundarios por cada primario y por Atlee *et al.*, (1997) en cuyo trabajo encontró un rango de variación de 2 a 9 secundarios por cada primario.

En la mayor parte de cortes de tejido la característica histológica descrita para el folículo primario intra grupo folicular de estar acompañado de glándulas sudoríparas y músculo pilo erector coincide con lo señalado por Tapia, I.M.(1977) y Gaitán, (1967). Mientras que en todos los cortes de tejido observados en ambas razas, los folículos pilosos secundarios son de un menor diámetro con respecto a los folículos primarios y no van acompañados del músculo piloerector, además en algunos cortes estos presentan la característica de agruparse por medio de su VRE, lo que coincide con lo descrito en alpacas por Tapia, I.M.(1977), y en llamas argentinas por Frank et al., (2006). Por otro lado, en cortes de ambas razas de alpacas ambos tipos de folículos pilosos pueden estar asociados a glándulas sebáceas, estas son pequeñas en tamaño y generalmente unilobuladas, de manera similar a lo descrito en alpacas por Rodríguez, et al., (1985); Tapia, C.M(1969) y Gaitán, (1967). Esto difiere a lo señalado en ovinos por Rogers, (2006) donde establece que la característica de esta especie es poseer glándulas sebáceas multilobuladas rodeando los diferentes tipos de folículos. Esto explicaría el motivo por el cual el vellón de los ovinos presenta mas suarda y menor rendimiento textil que la descrita para el vellón de las alpacas. Así mismo estos resultados indicarían que la conformación cito arquitectural del grupo folicular de las alpacas en relación a la composición de sus folículos y la presencia de sus glándulas anexas conformando el complejo pilosebáceo son semejantes en ambas razas.

Relación folicular

La relación de folículos secundarios con primarios (S/P) evaluada para las crías de alpacas muestran un promedio de 13.9 para la raza huacaya y para la raza suri de 14.5 en 0,2704 mm² de área de piel.

Los valores promedio de relación folicular encontrados para ambas razas en nuestro estudio no coinciden con lo señalado por Rivera, (1987) quien al evaluar la relación folicular S/P en crías de raza huacaya de 6 meses encuentra un promedio de 12.79, esto puede ser debido a que utilizaron métodos diferentes al usado en nuestro estudio, tales como un microproyector para el conteo de la población folicular, así como la técnica histológica por congelación. Valores promedio de relación folicular S/P mucho menores son reportados en ambas razas por Antonini *et al.*, (2004) quien obtuvo una relación folicular S/P de 8.81 secundarios por cada folículo primario en crías huacaya de 6 meses y para crías de raza suri de 6 a 10 meses se encontró un rango de relación S/P de 7.79 a 6.89 por mm². Por otro lado también podría deberse que estos valores son mucho menores a los encontrados en el presente estudio en alpacas de la misma edad debido a una mejor condición genética de los individuos del presente estudio.

Otros estudios en alpacas de mayor edad muestran valores por debajo del promedio obtenido en el presente estudio. Así tenemos que Tapia, I.M. (1977) obtuvo una relación folicular S/P de 4.92 para alpacas huacaya de 1 año de edad y Gaitán, (1967) reporta una relación folicular S/P de 7.18 en alpacas de la misma raza de 4 años de edad. Por otro lado, en alpacas suri Tapia, C.M. (1969) obtuvo una relación folicular S/P de 4.94, de manera similar a la relación folicular encontrada por Tapia, I.M.(1977) quien obtuvo un promedio de 5.19 secundarios por cada primario.

Las variaciones entre los hallazgos encontrados en el presente estudio y los valores reportados en estudios anteriores podría deberse a la metodología empleada para el conteo de la población folicular, ya que la mayoría de estudios utilizaron un área de 1 mm² de piel para medir la relación folicular S/P; a diferencia del realizado para nuestro trabajo que fue en un área de 0,2704 mm². Asimismo se debe destacar que nuestro estudio empleó un mayor número de alpacas que los estudios mencionados haciendo un total de 42 animales entre suri y huacaya a diferencia de trabajos como Tapia, I.M.(1977), quién utilizó 32 animales y Antonini, *et al.*,(2004) que empleo 10 animales entre ambas razas. Por otro lado, esas diferencias encontradas en este trabajo comparada con otros anteriores como Tapia, I.M.(1977); Tapia, C.M.(1969) y Gaitán, (1967) podrían ser explicados asociados a la edad de los animales muestreados siendo en este estudio de 6 a 10 meses y en los otros de un año de edad. Se sabe que el máximo valor

de relación folicular S/P se obtiene a una edad muy temprana como son los 4 meses en los camélidos sudamericanos, sin embargo esta no permanece constante a medida que maduran en el tiempo como lo determinó Antonini, *et al.*, (2005).

En crías de otros camélidos como la llama de diferente sexo y raza (Tamphulli y kara) Copana *et al.*,(2000), hallaron valores mucho menores a los encontrados en el presente estudio, con promedio de relación folicular S/P de 3.80 en crías de 6 meses, valores que disminuyen en crías de 8 meses hasta 3.69. Estos valores comparado con las llamas a pesar de tener la misma edad corroboran la condición genética favorable para las alpacas respecto a relación folicular .

Por otro lado, los valores hallados en el presente estudio en ambas razas de alpacas relacionados a la influencia del factor sexo sobre la relación folicular S/P determinan que en ambas razas, no existe diferencia estadística significativa entre el grupo de machos y el de hembras, coincidiendo con lo reportado por Rivera, (1987) en crías machos y hembras huacaya de 6 meses. Así mismo hay que destacar que en ese estudio de manera similar a lo obtenido en la presente investigación, las hembras tuvieron una mayor relación folicular S/P que el grupo de machos (hembras, 13.25; machos 12.35), lo cual estaría fortaleciendo lo señalado por Alvarez, (1981) y Flores, (1979) en el sentido de que las hembras a partir del año empiezan a superar a los machos en valores de relación folicular para esta raza.

Diámetro de fibra

Los resultados hallados relacionados al diámetro medio de fibra en crías de alpacas huacaya muestran una media de 20.8 micras (D.S. 1.9) valores que en su media son similares a los hallados por Antonini *et al.*, (2005), quienes obtuvieron una media de 19.5 micras (± 1.56) en crías de la localidad de Toccra (Arequipa) y difieren con Flores, (1979) quien determino una media de 16 micras (± 1.84). La comparación de medias como resultado nos revela la existencia de una diferencia entre el presente trabajo y el ultimo estudio mencionado, lo cual podría ser explicado debido a que fue hecho en animales de 12 meses de edad y diferente localidad como Puno, lo cual

sugiere que los factores edad y ambientales podrían estar influenciando en el diámetro de la fibra.

En relación a la medida del diámetro de fibra en crías de alpacas suri, los valores encontrados muestran una media de 21.4 micras (D.S. 2.0), valores que en su media son similares a los encontrados por autores como García *et al.*, (2005) quienes obtuvieron una media de 21.8 (± 1.0); Alvarez, (1981), quien obtuvo una media de 20.4 micras (± 2.86); Flores, (1979) con una media de 18.66 (± 1.84). La comparación de medias como resultado nos revela que a pesar que los estudios mencionados fueron hechos en animales de mayor edad, 12 meses y en diferente localidad en comparación al presente trabajo no hay diferencia estadística significativa, lo que estaría corroborando lo señalado por García *et al.*, (2004) quienes en crías suri reportan que las variaciones sustanciales en el diámetro de fibra para esta raza recién se comienzan a observar a partir de los 18 meses de edad.

Para el factor sexo, asociado al diámetro de fibra, los valores hallados en el presente estudio, determinan que en ambas razas de alpacas, no existe diferencia significativa entre machos y hembras. En crías huacaya los machos tienen una media de 20.7 micras (D.S. 1.6) y hembras tiene una media de 20.8 micras con (D.S. 2.2). Estos resultados difieren a los reportados por Alvarez, (1981), quién obtuvo una media de 20.9 y 19.4 micras para machos y hembras respectivamente, donde se señala que el grupo de hembras tiene una fibra mas fina que la del grupo de machos. En crías suri los machos tienen una media de 21.3 micras (± 2.4) y las hembras tienen 21.4 micras (± 1.6). Estos resultados coinciden a los resultados obtenidos por Flores, (1979) quien obtuvo una media de 18.1 micras (D.S. 1.87) para machos y 19.1 micras (D.S. ± 2.86) para hembras y Alvarez, (1981) con una media de 20.4 para machos y 20.5 para hembras en crías de un año de edad.

Es importante mencionar que los grados de variabilidad evidenciados en el presente estudio (1.9 para huacaya y 2.0 para suri) se encuentran dentro de las recomendaciones adoptadas por el INTINTEC, que establecen una D.S. de 6.6 para el caso de animales de vellón extrafino, con la denominación de fibra baby, lo que nos estaría indicando que existen animales dentro de este estudio que tienen una calidad de

fibra extrafina para ambas razas de alpaca. Sin embargo, no se encontró diferencia significativa entre la variabilidad del diámetro de fibras entre la raza suri y la huacaya, debido a que el número de pelos o fibras altamente meduladas se encuentran en ambas razas; pero en proporción variable, siendo más notorio en la raza suri (ver anexo tabla 4) sin embargo por la apreciación de los coeficientes de variación se puede considerar como mas uniforme al vellón de la raza huacaya. Estos resultados difieren con lo señalado por autores como Villaroel, (1,963) y Sumar, (1998) quienes señalan como característica de uniformidad al vellón de la raza suri. Esto podría deberse al escaso grado de mejoramiento que mostraron durante el estudio el rebaño de alpacas suri en comparación al de huacaya.

De acuerdo a los resultados de la correlación entre diámetro de fibra y porcentaje de medulación de fibras secundarias, en términos generales, esto indica que en ambas razas a medida que el grupo folicular presente mayor porcentaje de folículos secundarios con fibra medulada el diámetro de su respectiva fibra aumentará y cuando presente menor porcentaje de fibras secundarias meduladas el diámetro de fibra disminuirá, haciéndose mas evidente en la raza suri, Estos resultados concuerdan con lo descrito por autores como Sumar (1998) y Villaroel, (1963), lo que demuestra que la raza suri a diferencia de la raza huacaya tiene una mayor predisposición genética a presentar un alto porcentaje de fibras secundarias meduladas.

Para otros camélidos como llamas, se hallaron valores similares a los encontrados en el presente estudio, con promedio de diámetro de fibra de 22 micras (D.S 6.71) para crías de 6 meses de edad nacidas en el centro experimental La Raya (Sumari 1986), pero con una sustancial diferencia en los valores del desvío estándar, lo que estaría indicando una mayor uniformidad del diámetro de la fibra de alpaca, en comparación al vellón de las llamas, lo cual podría ser explicado por la mayor frecuencia de presentación de pelos descrita por Fowler, (1989) en el vellón de llamas en comparación con la de alpaca.

VI. CONCLUSIONES

1. En la piel de crías de alpacas de la raza suri como huacaya los folículos pilosos debido a su distribución y asociación forman grupos foliculares compuestos (GFC) y grupos foliculares simples (GFS) determinados histológicamente como Complejo Folicular Piloso.
2. Los folículos primarios son de dos clases, el folículo primario extra grupo folicular (FPEGF) que dan origen al pelo y el folículo primario intra grupo folicular (FPIGF), que adopta diferentes formas de agruparse dentro de un grupo folicular compuesto.
3. Las crías de la raza suri es la única que presenta grupos foliculares compuestos con una disposición en trío de los folículos primarios a diferencia de la raza huacaya.
4. Los valores de relación folicular S/P entre la raza huacaya (13.9) y la raza suri (14.5) no son estadísticamente significativas.
5. En ambas razas de alpaca a mayor relación folicular S/P le corresponde un menor diámetro de fibra.
6. Los valores del diámetro medio de fibra de la raza huacaya (20.8 micras \pm 1.9) y la raza suri (21.4 micras \pm 2.0) no fueron estadísticamente significativas.
7. El factor sexo no influye en la relación folicular S/P ni en los valores de medida del diámetro medio de fibra en ambas razas de alpaca.

VII. BIBLIOGRAFÍA CITADA

1. **Alvarez, D. J. 1981.** Dimensiones físicas de la fibra de alpaca de la CAP Huaycho. Tesis de Médico Veterinario FMVZ Univ. Nacional del Altiplano, Puno. 48 p.
2. **Antonini, M.; M. Gonzales; A. Valbonesi. 2004.** Relationship between age and post natal skin follicular development in three types of south American domestic camelids. Livestock Production Science. Vol.90, pag 241-246.
3. **Antonini, M.; C. Pacheco; A. Balbonesi. 2005.** Efecto de la esquila sobre la calidad del vellón y la actividad folicular en alpacas (Llama pacos) In: II Symposium internacional de investigaciones sobre Camélidos sudamericanos. Arequipa- Perú.
4. **Arana, B. L. 1972.** Distribución de la densidad folicular en la piel de la alpaca y su relación con el diámetro de la fibra. Tesis de Ingeniero Zootecnista Univ. Nacional Agraria La Molina. Lima. 37 p.
5. **Atlee, B. A; A. Stannard,; M. E. Fowler and T. Olivry.1997.**The histology of normal llama skin. Veterinary Dermatology. 8: 165-176.
6. **Ayala, J; M. Lopez; J. Chavez. 2005.** Efecto de la distribución del diámetro sobre el promedio del diámetro de fibra de Alpaca huacaya In: II Symposium internacional de investigaciones sobre Camélidos sudamericanos. Arequipa- Perú.
7. **Banks, W. J. 1993.** Histología veterinaria aplicada. 3ra ed. p.431-435. Editorial El Manual Moderno SA. España.

8. **Brioso, D. 1969.** Estudio sobre la relación entre la edad de las alpacas con el diámetro de fibra. Tesis de ingeniero zootecnista Univ. Nacional Agraria La Molina. Lima. 42 p.
9. **Bustanza, A.V. 2001.** La Alpaca, conocimiento del gran potencial andino. 1ra Ed. Oficina de recursos del aprendizaje-Sección publicaciones-UNA, Puno
10. **Calhoun, M. L.; A.W. Stinson,** Integument. In: Dellmann, H.D; E.M. Brown. 1986. Histología Veterinaria, 3 ed. pag:485-500. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
11. **Calle, R. 1982.** Producción y Mejoramiento de la alpaca. Fondo del Libro Banco Agrario del Perú. Lima Perú.
12. **Carpio, M. 1991.** Aspectos de la fibra de los camélidos andinos: Alpaca by C. Novoa y A.Flores. Prog. de Apoyo a la Invest. Colab. en Rumiantes menores – Univ. California Davis – INIAA. Perú.
13. **Carpio, P. M; Solari, E. Z. 1979.** Estudios preliminares sobre folículos pilosos en la piel de vicuña. Informe de investigaciones en vicuñas. Volumen I UNALM. Lima
14. **Carter, H.B; Clarke, W.H. 1957.** The hair follicle group and skin follicle population of Australian Merino sheep. Australian Journal of Agricultural Research, 8(1) 91-108
15. **Carter, H.B; Clarke, W.H. 1957.** The hair follicle group and skin follicle population of some non-Merino breeds of sheep.. Australian Journal of Agricultural Research, 8(1) 109-119
16. **Chambilla, V. 1983.** Estructura histológica de la piel de Llama (Lama glama). Tesis de Médico Veterinario. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Univ. Nacional del Altiplano, Puno. 45 p.
17. **Charcas, H; L. Iñiguez; E.Espinoza; T. Rodríguez. 2000.** Identificación de alpacas sobresalientes para producción de fibra como base para la formación de un rebaño elite. In: Facultad de Agronomía .Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.

18. **Copana, C; T. Rodríguez; C. Ayala; M. Antonini. 2000.** Estructura y desarrollo de la población folicular de llamas en crecimiento. In: Facultad de Agronomía .Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
19. **Fernández Baca, S. 1991.** Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. Oficina regional de Producción Animal. FAO
20. **Fish, V; T. Mahar; B.Crook. 1999.** Fibre curvature morphometry and measurement. IWTO. Report N.CTF01.
21. **Flores, A. H. 1979.** Diámetro y longitud de mecha en alpacas huacaya y suri machos y hembras del centro experimental la raya, Tesis de Médico Veterinario FMVZ Univ. Nacional del Altiplano. Puno. 46 p.
22. **Fowler, M. E. 1989.** Medicine and surgery of South American camelids. 1ra ed. p 176-179. **Ames: Iowa State University Press.**
23. **Frank, E; M. Hick; M. Pesarini. 2006.** Un nuevo enfoque para la descripción histológica del complejo folicular epitelial en llamas argentinas. Camélidos sudamericanos, investigaciones recientes. Desco, pág. 78-88.
24. **Gaitán D. M. 1967.** Estudio preliminar de los folículos pilosos en alpacas variedad Huacaya. Tesis de ingeniero zootecnista. Univ. Nacional Agraria La Molina. Lima. 31 p.
25. **García V.W; J. Olazábal; F. Franco; S. Almir. 2004.** Variación en la finura y crecimiento de la fibra en alpacas suris en función a la edad y época In: II Simposium internacional de investigaciones sobre Camélidos sudamericanos. Arequipa- Perú.
26. **Gásquez, O. A. 1990** Tratado de Histología Veterinaria. 3ra ed. p408-415 Editorial Masson.S.A. Barcelona- España.
27. **Henderson, M.; Sabine, J. R. 1991** Secondary follicle development in Australian cashmere goats. Small Rumin Resaearch., 4(4): 349-363
28. **Hilari M. H. 1985.** Densidad folicular y diámetro de fibra de alpacas huacaya en la comunidad de Umasuyo, bajo Ayavirí. Tesis de Médico Veterinario FMVZ Univ. Nacional del Altiplano Puno. 62 p.

29. **Huapaya, G. 1980.** Incremento de la relación folicular S/P desde el nacimiento hasta la esquila a los 8 meses de los ovinos de raza Junín. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Univ. Nacional Agraria La Molina. Lima. 50 p.
30. **Junqueira, L.C. ; J. Carneiro. 1988.** Histología Básica.3ra ed. pág. 285- 306 Editorial Salvat S.A. España ..
31. **Lee, D.G.; Schmidt-Nielsen, K. 1962.** The skin, sweat glands and hair follicles of the camel. Anatomical Record; (143) :71-72.
32. **Leeson, T; C. Leeson; A. Paparo.1990.** Texto Atlas de Histología.1ra Ed.,p 365-386. Editorial interamericana-Mac Graw Hill. Estados Unidos.
33. **Leyva, C. 1979.** Dispersión del diámetro en cinco calidades de fibra de alpaca dentro de la clasificación comercial. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Univ. Nacional Agraria La Molina. Lima. 44 p.
34. **Machuca, P. 1969.** Diámetro de fibra y medulación en alpacas de raza huacaya Tesis de Ingeniero Zootecnista. Univ. Nacional Agraria La Molina. Lima. 47 p.
35. **Mamani F. R. 1988.** Estudio preliminar del desarrollo embriológico de la fibra en la piel de alpacas (Lama pacos) Tesis de Médico Veterinario FMVZ Univ. Nacional del Altiplano Puno. 40 p.
36. **Mueller, J. 1999.** Novedades en la determinación del diámetro de fibra de lana y su relevancia en programas de selección. INTA Bariloche Comunicación técnica.
37. **Prado, R. S. 1985.** Determinación de la maduración del folículo piloso y diámetro de fibra en alpacas huacaya en alfalfa dactylis. Tesis de Médico Veterinario FMVZ Univ. Nacional del Altiplano Puno. 44 p.
38. **Pizarro, R. R. 1999.** Camelidotecnia. 1ra ed p 163-177 Concytec. Ediciones Córdova system
39. **Rivera, J. A. 1987.** Estudio preliminar del tiempo de maduración del folículo piloso después del nacimiento en piel de alpacas huacaya. Tesis de Médico Veterinario FMVZ Univ. Nacional del Altiplano. Puno. 39 p.
40. **Rodríguez, T. 2000.** Calidad de fibra de llama descordada y clasificada. In:Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.

41. **Rodríguez, C. C.; Chambilla, F. V.; Bustinza, Ch. V. 1985.** Histología de la piel de alpaca y llama. Trabajo de Investigación Univ. Nacional del Altiplano. Puno. p. 42-63.
42. **Rogers, G. E. 2006.** Biology of the wool follicle: an excursion into a unique tissue interaction system waiting to be re discovered. *Experimental Dermatology* (15) 931-936
43. **Salas E. P. 2003.** La Acrican y el aprovechamiento sostenible de la alpaca suri de color, una raza en extinción.. In: II Simposium internacional de investigaciones sobre Camélidos sudamericanos. Arequipa- Perú
44. **Safley, M. 2005.** The case for crimp. *Northwest Alpacas Journal*. Vol. no 1 Issue 9
45. **Schinckel, P. G. 1955.** The post natal development of the skin follicle population of a strain of Merino sheep. *Australian Journal of Agricultural Research* . 6 (1): 68-76
46. **Scott D.W.; W.H. Muller; R.W. Kirk, 2002.** Dermatología en pequeños animales , 6ta ed. p 42-60. Editorial Inter-médica . Buenos Aires, Argentina.
47. **Short, B.F. 1955.** Development of the secondary follicle population in sheep. *Australian Journal of Agricultural Research* . 6 (1): 62-67.
48. **Slobodan, M. y J. Snezana. 1998.** Control of hair growth. *Dermatology Online Journal*. 4 (1): 1-15.
49. **Solari, E. Z. 1981.** Diámetro de la fibra en el vellón de la vicuña. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Univ. Nacional Agraria La Molina. Lima. 40 p.
50. **Sumar, J. 1998.** La alpaca peruana de raza suri. *Rev.Inv Pe.Ivita Peru* 10(1)
51. **Sumari M. R. 1986.** Densidad y maduración del folículo piloso; Densidad y diámetro de fibra en llamas variedad tapada. Tesis de Médico Veterinario FMVZ Univ. Nacional del Altiplano. Puno. 43 p.
52. **Tapia, C. M. 1969.** Estudio preliminar de la densidad y relación folicular de la piel de alpacas de la variedad suri. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Univ. Nacional Agraria La Molina. Lima . 31 p.

53. **Tapia, I. M. 1977.** Determinación de la estructura folicular en piel de alpaca. Tesis de Médico Veterinario FMVZ Univ. Nacional del Altiplano . Puno. 66 p.
54. **Tagle, C. S. 1990.** Crecimiento y finura de fibra de alpacas Huacaya y Suri durante 1989. Tesis de Médico Veterinario FMVZ Univ. Nacional del Altiplano. Puno. 84 p.
55. **Trautmann, A. 1957.** Fundamentos de histología de animales domésticos. 2da. ed p59-70. Ithaca, N.Y., Comstock Publishing Associates.
56. **Trejo, W. 1986.** Estudio de la correlación fenotípica entre el diámetro de fibra y la escala de colores en la raza Huacaya. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Univ. Nacional Agraria La Molina. Lima. 45 p.
57. **Velásquez, Q. M. 1985** Determinación de la relación densidad folicular, densidad de fibra y relación densidad folicular por diámetro de fibra de alpacas de raza suri. Tesis de Médico Veterinario FMVZ Univ. Nacional del Altiplano Puno. 48 p.
58. **Villaroel, J. 1963.** Un estudio de la fibra de Alpaca. Anales científicos. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Vol. I :246-274
59. **Von Bergen, W. 1963.** Wool Handbook. Mack Printing Company, Easton, New York. USA.
60. **Yi, Pedro 1995.** The pre natal development of the fibre follicle in alpaca (Lama Pacos). Fine fibre news, No. 5, p:27-32.

VIII. APÉNDICES

APENDICE 1

Valores de la Relación Folículo Secundario/ Folículo Primario (S/P) en 0,2704 mm² en crías de raza huacaya

No .	Identificación	Campo 1			Campo2			Campo3			X			Relación Folicular S/P
		FT	FP	FS	FT	FP	FS	FT	FP	FS	C1	C2	C3	
1	H044	20	2	18	25	1	24	22	2	20	9	24	10	14.33
2	H043	22	1	21	29	1	28	29	1	28	21	28	28	25.6
3	H037	15	2	13	12	2	10	11	2	09	6.5	5	4.5	5.33
4	H029	20	1	19	27	1	26	28	1	27	19	26	27	24.0
5	H026	16	1	15	17	1	16	15	1	14	15	16	14	15.0
6	H025	14.	1	13	14	1	13	20	2	18	13	13	9	11.6
7	H024	18.	2	16	15	1	14	24	2	22	8	14	11	11.0
8	H023	14	1	13	12	2	10	19	1	18	13	5	18	12.0
9	H022	29	1	28	30	3	27	24	1	23	28	9	23	20.0
10	H021	27.	2	25	32	2	30	26	1	25	12.5	15	25	17.5
11	H016	18	1	17	20	1	19	18.	2	16	17	19	8	14.66
12	H014	11	1	10	16	1	15	12	1	11	10	15	11	12.0
13	H012	21	1	20	15	2	13	14	2	12	20	6.5	6	10.83
14	H008	14	1	13	15.	1	14	15	1	14	13	14	14	13.66
15	H006	16	2	14	22	2	20	19.	1	18	7	10	18	11.66
16	H005	22	2	20	17	1	16	18	1	17	10	16	17	14.33
17	H004	11	1	10	16	2	14	19....	1	18	10	7	18	11.66
18	H003	18	1	17	16.	2	14	15	1	14	17	7	14	12.66
19	H104	09.	1	08.	11	2	09	14..	1	13	8	4.5	13	8.5
20	H074	16	1	15	. 21	2	19	19	1	18	15	9.5	18	14.16
21	H051	13	1	12	12	1	11	13.	1	12	12	11	12	11.66
Promedio total														13.91
D.S.														4.70
C.V %														33.7

X Promedio por campo
D.S. : Desvío estándar
C.V. Coeficiente de variación
FT. Folículos totales por campo
FP.. Folículos primarios
FS. Folículos secundarios

APENDICE 2

Valores de la Relación Folículo Secundario/ Folículo Primario (S/P) en 0,2704 mm² en crías de raza suri

No	Identificación	Campo1			Campo2			Campo3			X			Relación Folicular S/P
		FT	FP	FS	FT	FP	FS	FT	FP	FS	c1	c2	c3	
1	S 11	13	1	12	14	2	12	14	1	13	12	6	13	10.33
2	S 09	13	1	12	11	1	10	09.	1	08	12	10	8	10.0
3	S 10	15	1	14	20	1	19	16	1	15	14	19	15	16.0
4	S 07	11	1	10	18	2	16	14	2	12	10	8	6	8.0
5	S 13	35	3	32	38	1	37	40	2	38	9.6	37	19	27.2
6	S 14	15	1	14	10	1	09	12	1	11	14	9	11	11.33
7	S 15	14	1	13	12	1	11	13	1	12	13	11	12	12.00
8	S 16	17	1	16	15.	1	14	20	1	19	16	14	19	16.33
9	S 17	23	2	21	15	1	14	18	1	17	10.5	14	17	13.83
10	S 20	12	1	11	14	1	13	14	1	13	11	13	13	12.33
11	S 19	20	2	18	18	2	16	17	1	16	9	8	16	11.0
12	S 21	12	1	11	09	1	08	08	1	07	11	8	7	8.66
13	S 18	14	1	13	10	2	08	10	1	09	13	4	9	8.66
14	S 22	16	1	15	18	1	17	15	1	14	15	17	14	15.33
15	S 06	24	1	23	20	1	19	25	1	24	23	19	24	22.0
16	S 05	28	1	27	32	1	31	39	1	38	27	31	38	32.0
17	S 12	12	1	11	12	1	11	08	1	07	11	11	7	9.66
18	S 04	21	1	20	23	1	22	19.	1	18	20	22	18	20.0
19	S 03	16	1	15	11	1	10	18	1	17	15	10	17	14.0
20	S 02	11	1	10	11	1	10	09	1	08	10	10	8	9.33
21	S 01	19	1	18	18	1	17	16	1	15	18	17	15	16.6
Promedio total														14. 5
D. S														6.31
C.V %														44

X Promedio por campo
D.S. : Desvío estándar
C.V. Coeficiente de variación
FT. Folículos totales por campo
FP.. Folículos primarios
FS. Folículos secundarios

APENDICE 3

Valores de la medida del Diámetro Medio de fibra en crías de alpaca de raza Huacaya

Edad(días)	Identificación	Sexo	Color	D.M.F (u.m)	D.S (u.m)	C.V. (%)	fibras >30,5um (%)
173	H044	h	blanco	19.7	4.7	23.9	2.8
173	H043	m	blanco	18	3.9	21.7	1
175	H037	h	Negro	25.3	6.8	26.9	18.5
177	H029	h	blanco	19.2	3.8	19.8	1.2
181	H026	m	blanco	20.8	4	19.2	2.7
181	H025	m	café claro	20.6	5.3	25.7	4.9
181	H024	m	LF	21.6	5.3	24.5	6.1
181	H023	m	blanco	21.5	4.9	22.8	4.5
181	H022	h	blanco	19.4	4.7	24.2	4.6
182	H021	m	blanco	18	3.7	20.6	1.1
185	H016	m	blanco	21.3	4.6	21.6	4.2
187	H014	h	blanco	20.9	5.1	24.4	4.2
188	H012	h	blanco	21.7	4.4	20.3	4.4
193	H008	h	blanco	19.8	4.7	23.7	2.5
195	H006	m	blanco	19.7	4.7	23.9	3.7
195	H005	h	blanco	21.4	4.6	21.5	4.1
195	H004	h	LF	23.3	5.5	23.6	6.3
197	H003	m	blanco	22.8	5	21.9	8
206	H104	m	blanco	22.8	4.6	20.2	5.7
227	H074	h	blanco	17.7	4.1	23.2	1.5
260	H051	m	blanco	21.4	5.1	23.8	6.6
PROMEDIO TOTAL				20.8	1.88	9.03	4.69

H : Hembra
M : Macho
D.M.F. Diámetro medio de fibra
D.S. : Desvio estándar
C.V. Coeficiente de variación
 Fibra > 30,5 um = Pelo
LF. Crema claro

APENDICE 4

Valores de la medida del Diámetro Medio de fibra en crías de alpaca de raza suri

Edad (días)	identificación	Sexo	D.M.F (um.)	D.S. (um.)	C.V. (%)	Fibras> 30.5um (%)
206	S 11	m	21.4	5.1	23.8	4.8
241	S 09	h	22.1	4.9	22.2	5.3
241	S 10	m	20.6	5.6	27.2	5.6
255	S 07	h	23.1	6.6	28.6	12.9
256	S 13	h	20.5	5.5	26.8	5.9
256	S 14	h	22.3	4.4	19.7	4.2
256	S 15	h	22	6.7	30.5	8.2
258	S 16	h	19.6	4.3	21.9	2.6
258	S 17	h	20.1	4.7	23.4	3.9
258	S 20	m	21	4.8	22.9	4.2
258	S 19	m	21.4	6	28	8.6
259	S 21	m	24.1	5.6	23.2	10.3
259	S 18	m	26.4	7.1	26.9	24.3
260	S 22	m	20.9	5.1	24.4	24.4
260	S 6	m	18.5	4.1	22.2	22.2
268	S 5	m	18	4.1	22.8	22.8
269	S 12	h	22.2	4.8	21.6	21.6
277	S 04	h	20	5.4	27	27
280	S 03	m	21.2	4.4	20.8	20.8
285	S 02	h	24.3	5.9	24.3	24.3
292	S 01	h	19.2	4.4	22.9	22.9
PROMEDIO TOTAL			21.37	1.99	9.31	6.38

H : Hembra

M : Macho

D.M.F. Diámetro medio de fibra

D.S. : Desvío estándar

C.V. Coeficiente de variación
Fibra > 30,5 um = Pelo

APENDICE 5

Porcentaje de medulación de fibras secundarias en crías de alpaca de raza huacaya

	Identificación	color	D.M.F (um.)	D.S (um)	C.V.%	% medulación fibras secundarias
Grupo 1	H104	blanco	22.8	4.6	20.2	40
	H003	blanco	22.8	5	21.9	28.8
	H004	blanco	23.3	5.5	23.6	23.8
Promedio			23	5.03	21.9	30.86
Grupo2	H026	blanco	20.8	4	19.2	11
	H014	blanco	20.9	5.1	24.4	12
	H016	blanco	21.3	4.6	21.6	13.4
	H005	blanco	21.4	4.6	21.5	9.4
	H051	blanco	21.4	5.1	23.8	33
	H023	blanco	21.5	4.9	22.8	50
	H012	blanco	21.7	4.4	20.3	33.3
Promedio			21.28	4.67	21.94	23.15
Grupo 3	H074	blanco	17.7	4.1	20.2	0
	H043	blanco	18	3.9	21.7	9
	H021	blanco	18	3.7	20.6	2.4
	H029	blanco	19.2	3	19.8	11
	H022	blanco	19.4	4.7	24.2	16.6
	H006	blanco	19.7	4.7	23.9	19
	H044	blanco	19.7	4.7	23.9	16
	H008	blanco	19.8	4.7	23.7	22.5
Promedio			18.93	4.18	22.25	12.06
alpacas de color	H025	Café	20.6	5.3	25.7	9.09
	H024	LF	21.6	5.3	24.5	3.8
	H037	Negro	25.3	6.8	26.9	21.8

Grupo 1 : Crías con diámetro de fibra mayor a 22 micras

Grupo 2 : Crías con diámetro de fibra entre 20 a 22 micras

Grupo 3: Crías con diámetro de fibra menor a 20 micras

APENDICE 6

Porcentaje de medulación de fibras secundarias en crías de raza suri

identificación	color	Relacion folicular S/P	DMF (um)	D.S (um)	C.V(%)	% Medulación fibras secundarias
S 01	blanco	16.6	19.2	4.4	22.9	30
S 02	blanco	9.33	24.3	5.9	24.3	64.2
S 03	balnco	14	21.2	4.4	20.8	23.8
S 04	blanco	20	20	5.4	27	8.33
S 07	blanco	8	23.1	6.6	28.6	76.3
S 09	blanco	10	22.1	4.9	22.2	30
S 10	blanco	16	20.6	5.6	27.2	20.8
S 11	blanco	10.33	21.4	5.1	23.8	29.7
S 12	blanco	9.66	22.2	4.8	21.6	34.4
S 05	café	32	18	4.1	22.8	5.2
S 06	café	22	18.5	4.1	22.2	9
S 13	blanco	27.2	20.5	4.2	21.1	29.7
S 14	blanco	11.33	22.3	4.4	19.7	32.3
S 15	blanco	12 .	22	6.7	30.5	58.33
S 16	blanco	16.33	19.6	4.3	21.9	16.32
S 17	blanco	13.83	20.1	4.7	23.4	26.9
S 18	blanco	8.66	26.4	7.1	26.9	50
S 19	blanco	11.0	21.4	6	28	30
S 20	blanco	12.33	21	4.8	22.9	62.1
S 21	blanco	8.66	24.1	5.6	23.2	46.15
S 22	blanco	15.33 .	20.9	5.1	24.4	26.08
Promedio		14.50	21.37	1.99	9.31	37.78

D.M.F. Diámetro medio de fibra

D.S. : Desvío estándar

C.V. Coeficiente de variación

APENDICE 7

RESULTADOS DEL ANALISIS DE REGRESION

ANALISIS DE REGRESION MULTIPLE

regress DMF fibra (um) con relacion S/P raza_1

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	42
Model	86.59351	2	43.296755	F(2, 39)	=	25.20
Residual	67.0026473	39	1.7180166	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.5638
				Adj R-squared	=	0.5414
				Root MSE	=	1.3107
Total	153.596157	41	3.74624774			

Dm fibra um	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
relacionsp	-.2590548	.0372336	-6.96	0.000	-.3343668	-.1837427
raza_1	.7242711	.4050965	1.79	0.082	-.095114	1.543656
_cons	23.68505	.8094306	29.26	0.000	22.04782	25.32228